



Kounouz Ennajeh

TECHNOLOGIE
GÉNIE MÉCANIQUE

- Résumés: L'essentiel à retenir
- Exercices et devoirs
- Corrigé des exercices
- Corrigé des devoirs







© Kounouz Editions

Adresse : 123, Avenue Habib Thameur

Nabeul – 8000 Tunisie

Tél : (+216) 72 223 822

Fax : (+216) 72 223 922

E-mail : Kounouz.Edition@gnet.tn

Site Web : www.Kounouz-Edition.com

AVANT-PROPOS

Ce manuel est conçu dans l'intention de faciliter aux apprenants de la section sciences technique la compréhension et la consolidation des connaissances en génie mécanique, par un contenu conforme au programme officiel et une évaluation objective qui vise de bien les préparer aux examens qu'ils auront à passer.

Pour faciliter l'acquisition des objectifs du programme officiel, ce manuel propose un contenu qui touche les trois termes fondamentaux de génie mécanique :

- L'analyse fonctionnelle,
- L'analyse structurelle,
- L'analyse comportementale.

Et propose en parallèle une variété d'application et des devoirs résolus portant sur les différentes difficultés qui aident l'apprenant à assimiler les contenus par la mise en œuvre de ses acquis.

Les corrigés détaillés qui accompagnent les applications et les sujets proposés doivent permettre à l'apprenant de pratiquer l'évaluation de son travail à la lumière d'une analyse réflexive de sa propre production et de celle qui est proposée.

L'alternance entre le résumé du cours et les épreuves proposés permettra à l'apprenant de prendre conscience de ses lacunes et de ses difficultés qu'il essaiera de dépasser par la consolidation de ses connaissances.

Espérons que ce travail offrira à nos apprenants une occasion supplémentaire de s'exercer et de bien se préparer aux examens que nous souhaitons couronnés de succès.

Badreddine HARRABI
Inspecteur principal de technologie

Manuel de Technologie Génie Mécanique 3ème ST

<u>Chapitres et leçons :</u>

Chapitre 1 : Analyse fonctionnelle externe d'un produit.
Leçon 1 : Analyse fonctionnelle externe d'un produit.
Chapitre 2 : Définition des éléments d'un produit.
Leçon 2 : Lecture d'un dessin d'ensemble.
Leçon 3 : Tolérances dimensionnelles et géométriques.
Leçon 4 : Cotation fonctionnelle.
Leçon 5 : Dessin de définition.
Chapitre 3 : Les liaisons mécaniques.
Leçon 6 : Schéma cinématique.
Leçon 7 : Guidage en translation.
Leçon 8 : Guidage en rotation.
Chapitre 4 : Transmission de mouvement.
Leçon 9 : Poulies et courroies.
Leçon 10 : Roues de friction.
Leçon 11 : Pignons et chaînes.
Chapitre 5 : Comportement du solide indéformable.
Leçon 12 : Statique graphique.
Chapitre 6 : Comportement du solide déformable.
Leçon 13 : Flexion plane simple.
Chapitre 7 : Obtention des pièces.
Leçon 14 : Obtention des pièces par enlèvement de la matière.
Leçon 15 : Obtention des pièces par moulage.

Chapitre 1 : Analyse fonctionnelle externe d'un produit.

Objectifs :

- *Recenser les fonctions de service ;*
- *Caractériser les fonctions de service ;*
- *Hiérarchiser les fonctions de service ;*
- *Compléter la rédaction d'un cahier des charges fonctionnel.*

Leçon 1 : Analyse fonctionnelle externe d'un produit.

I. Introduction :

Lorsque l'analyse fonctionnelle concerne l'usage d'un produit, c'est à dire les fonctions qu'il doit assurer pour satisfaire le besoin du client, le produit peut être considéré comme une boîte noire et seules les fonctions qui « sortent » de la boîte vers l'extérieur sont à prendre en considération.

Cette forme d'analyse est intitulée analyse fonctionnelle externe ou expression fonctionnelle du besoin. Elle exprime le point de vue du client utilisateur et met en évidence les fonctions de service ou d'estime.

Le résultat de cette analyse (étude de faisabilité) permet de formuler le service à rendre sous forme de document appelé Cahier des Charges Fonctionnel (C.d.C.F).

II. Définitions :

♣ ***Fonction :*** C'est une action réalisée par un produit, ou un constituant, exprimée sous forme d'un but à atteindre.

Ecriture : On utilise un verbe à l'infinitif qui dit ce que fait le produit, suivi par un complément sur qui ou sur quoi agit le produit. Fonction = verbe + complément.

♣ ***Fonctions de service :*** Fonctions liées au service ou à l'usage d'un produit, elles décrivent ou définissent une action du produit répondant à un besoin ou une attente de l'utilisateur

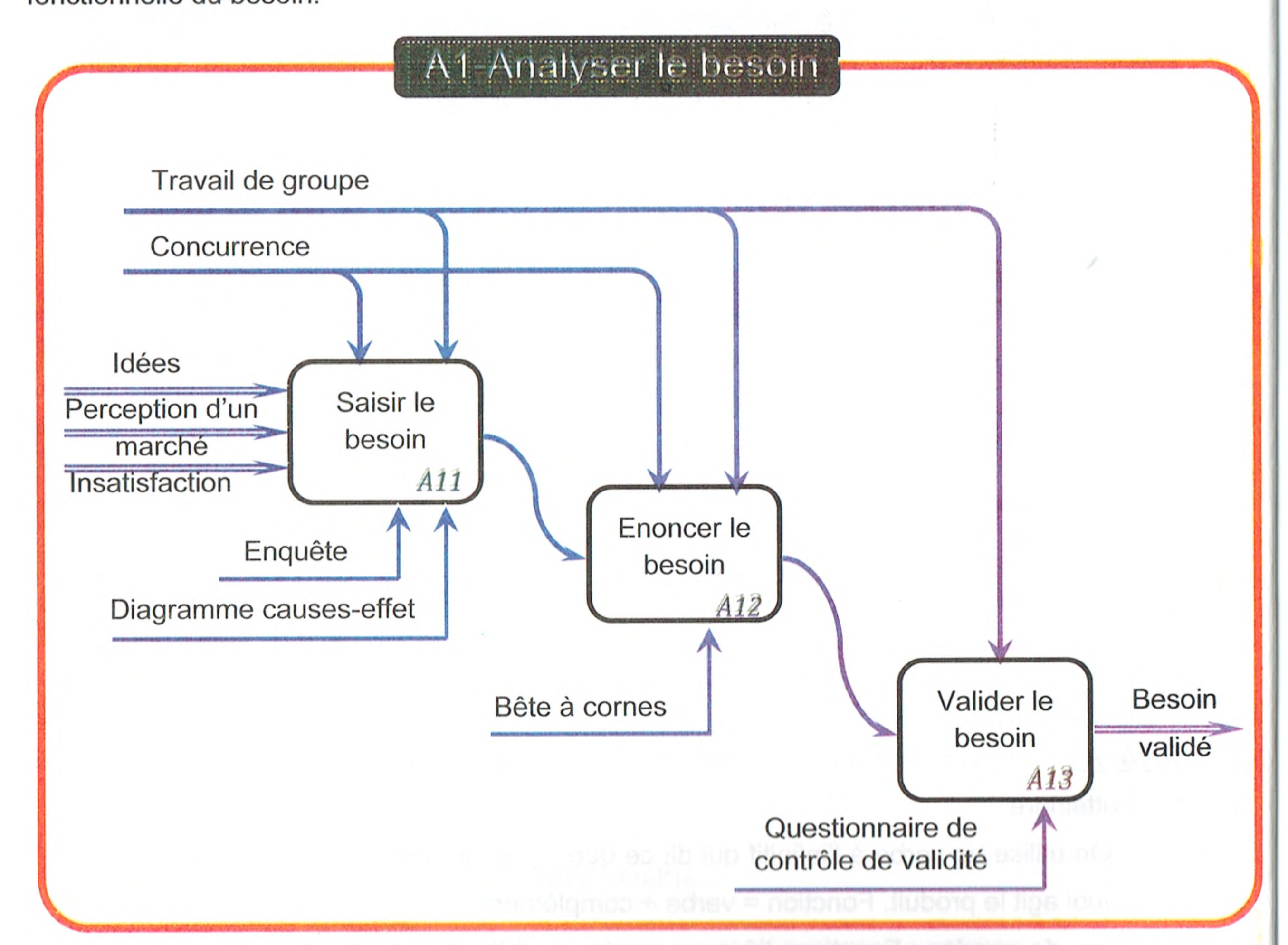
Fonctions Principales FP : Ce sont des fonctions de service qui justifient la création du produit. Elles représentent les relations entre deux éléments du milieu extérieur. Un même produit peut avoir plusieurs fonctions principales.

Fonctions Complémentaires et/ou Contraintes FC : Ce sont des fonctions de service qui adaptent le produit aux éléments du milieu extérieur et limitent les libertés du concepteur.

♣ ***C.d.C.F*** : Document par lequel le demandeur exprime son besoin en terme de fonctions de service. Pour chacune d'elles sont définis des critères d'appréciations et leurs niveaux de flexibilité.

III. Démarche à suivre :

L'analyse fonctionnelle du besoin se fait en deux étapes : analyse du besoin et expression fonctionnelle du besoin.



Nous ne développerons pas ici les méthodes et les outils d'aide à ***l'analyse du besoin*** afin de pouvoir nous consacrer plus en détail aux autres phases de ***l'expression fonctionnelle du besoin*** (étude de la faisabilité) qui concernent davantage le technicien.

A2-Etudier la faisabilité

Travail de groupe

Concurrence

Besoin validé

Identifier les fonctions de service A21

Pieuvre

Caractériser les fonctions de service A22

Critères d'appréciation

Hiérarchiser les fonctions de service A23

Tri croisé

Histogramme des valeurs

Rédiger le C.D.C.F A24

Rédacteur

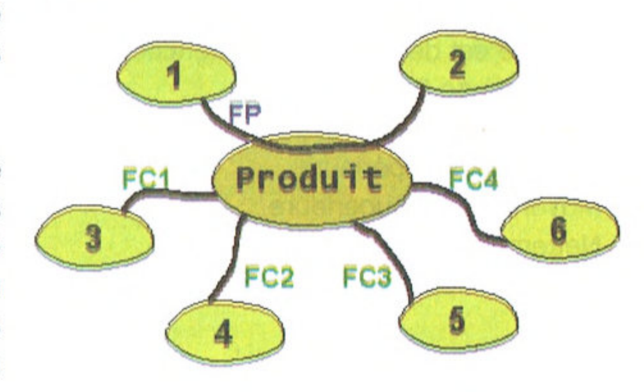
Besoin exprimé

A. Expression fonctionnelle du besoin :

Exprimer le besoin en thermes de fonction de service FS en appliquant la méthode suivante :

1. Recenser les fonctions de service :

L'outil permettant de recenser les fonctions de service est appelé « **Graphe des interactions** » ou « ***Diagramme Pieuvre*** »



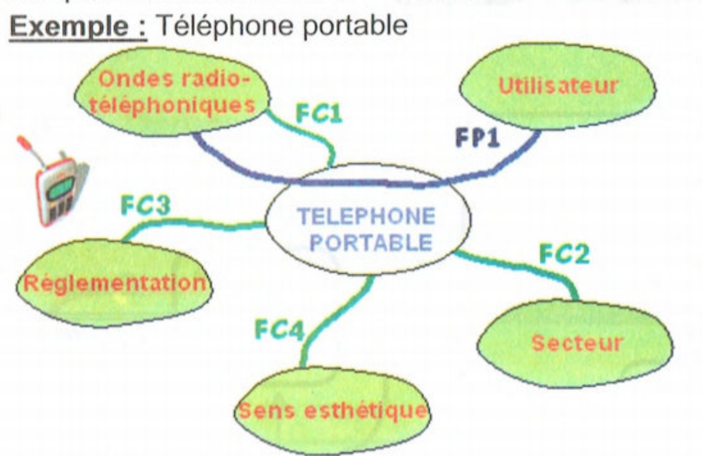
Nota : Pour s'assurer qu'un produit satisfasse les besoins d'un client, on s'occupe des services qu'il rend. Le produit est considéré comme un ensemble fonctionnel, assurant un certain nombre de fonctions, et non pas uniquement comme un assemblage de pièces ou de composants.

Principe : Après avoir isolé un produit, on recense les éléments extérieurs à celui-ci. A qui le produit rend-il service, sur qui agit-il ?

La relation entre le produit et deux composants du milieu environnant s'appelle la fonction principale notée: **FP**

La relation entre le produit et une composante du milieu environnant s'appelle la fonction complémentaire notée: **FC**

Exemple : Téléphone portable



FP1=Transformer les ondes radiotéléphoniques en ondes sonores et réciproquement.

FC1 : Recevoir les ondes radiotéléphoniques

FC2 : S'adapter au secteur 220V

FC3 : Respecter la réglementation

FC4 : Plaire à l'utilisateur

2. Caractériser les fonctions de service :

Définir pour chaque fonction de service des critères d'appréciation permettant d'apprécier la manière dont elle doit être respectée.

Un critère d'appréciation doit être accompagné de spécifications permettant de fixer le niveau d'exigence. Donner dans la mesure du possible une indication de flexibilité pour les niveaux d'exigences.

3. Hiérarchiser et valoriser les fonctions de services :

L'outil utilisé est appelé Tri croisé permettant de comparer les fonctions de service une à une et attribuer à chaque fois une note de supériorité

Cette phase permet de quantifier l'importance relative des fonctions de service. Les résultats de cette analyse permettront, lors de la conception de faire coïncider la répartition des coûts avec cette hiérarchisation (il est en effet logique que le coût des solutions technologiques adoptées pour remplir une fonction de service soit proportionnel à l'importance qu'on lui accorde).

a) Effectuer une comparaison des fonctions :

Le principe est de comparer les fonctions une à une à l'aide d'une matrice et d'attribuer une note en supériorité de 0 à 3 :

0 : Niveau égal

1 : Légèrement supérieure

2 : Moyennement supérieure

3 : Nettement supérieure

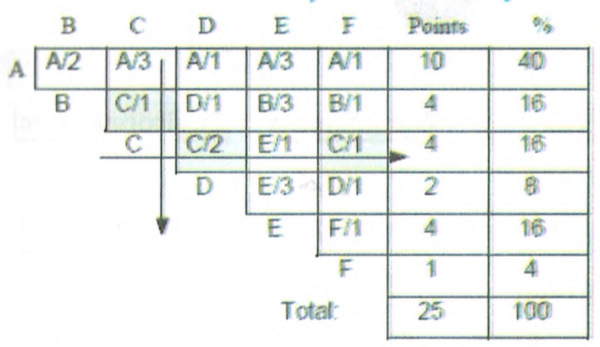
Exemple : On doit établir la hiérarchisation entre les fonctions de service A, B, C, D, E et F.

	B	C	D	E	F	Points	%
A	A/2	A/3	A/1	A/3	A/1		
	B	C/1	D/1	B/3	B/1		
		C	C/2	E/1	C/1		
			D	E/3	D/1		
				E	F/1		
					F		
				Total:			

Les intersections entre la 1ère ligne (A) et les différentes colonnes permettent de comparer A avec la fonction B, puis C etc… Les intersections entre la 2ème ligne (B) et les colonnes permettent de faire le même travail entre la fonction B et les fonctions C, D… Et ainsi de suite…

Exemple : Dans le cas de la comparaison entre la fonction A et B, (1ère case) le groupe A est « moyennement supérieure » à la fonction B => A/2.

b) Chiffrer le poids de chaque fonction :



	B	C	D	E	F	Points	%
A	A/2	A/3	A/1	A/3	A/1	10	40
	B	C/1	D/1	B/3	B/1	4	16
		C	C/2	E/1	C/1	4	16
			D	E/3	D/1	2	8
				E	F/1	4	16
					F	1	4
				Total:		25	100

On effectue, pour cela, le cumul en croix des points de chaque fonction.

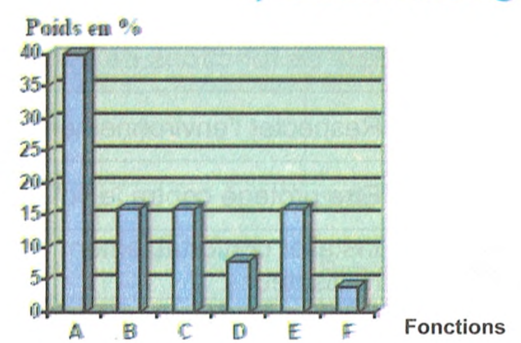
Exemple : Pour la fonction C, il faut additionner dans la deuxième colonne et la troisième ligne les points affectés à la fonction C (cases grisées).

B/C C/D C/F

1 + 2 + 1 = 4

On effectue ensuite le calcul du total des points pour toutes les fonctions afin de pouvoir calculer le poids de chaque fonction en pourcentage.

c) Etablir l'histogramme des fonctions :



Il s'agit de rendre significatifs les résultats de la hiérarchisation fonctionnelle en représentant sous forme de graphique les pourcentages attribués à chaque fonction. On rappelle ici que le but de cette hiérarchisation est d'attribuer un budget pour la réalisation technique de chaque fonction proportionnel à leur importance.

IV. Exercices :

1. Scooteur :

Problème posé: Vous envisagez pour vous rendre au lycée d'utiliser un scooter. Un membre de votre famille vous propose l'idée géniale de remettre en service la vieille mobylette (1970) qui traîne au garage. Vous préféreriez un scooter flambant neuf.

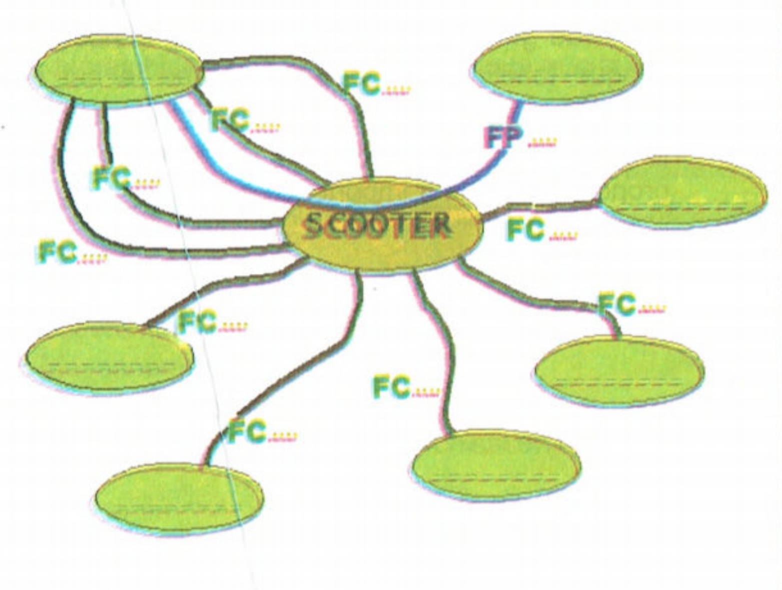
Pour présenter des arguments solides et convaincants, vous devez rédiger une fiche d'évaluation. Cette fiche devra recenser tous les besoins ou attentes que doit satisfaire un scooter. Elle comportera des critères d'appréciation. Ils seront utilisés pour comparer les différents modèles et éviter ainsi la vieille mobylette.



Liste d'éléments		
Vol	Carrosserie	Environnement
Utilisateur	Essence	Klaxon
Bagages	Saute-vent	Autre usagers
Moteur	Route	Roues
Repose-pieds	Muscles	Rangement

1- Diagramme pieuvre

Placer les étiquettes des éléments extérieurs dans les bulles correspondantes de la pieuvre ainsi que le numéro de la fonction.



Liste de fonctions de service :	
0	Respecter l'environnement
1	Etre protégé contre le vol
2	Installer confortablement l'utilisateur
3	Déplacer l'utilisateur par rapport à la route, sans effort physique.
4	Respecter les autres usagers et se faire respecter d'eux
5	Avoir une autonomie suffisante
6	Avoir un prix accessible
7	Sécuriser l'utilisateur
8	Transporter des bagages
9	Plaire à l'utilisateur

2- Compléter cette fiche d'évaluation pour le scooter

Fonctions de service	Solutions constructives	Critères d'appréciation	Niveau d'appréciation
....	Moteur thermique	Cylindrée Puissance maxi Couple maxi	En cm3 En kW En Nm
	Mécanisme de transmission	Type (à variateur, boite de vitesse, embrayage automatique ou non, ..)	
	Roue	Dimensions du pneu AR	
....	Réservoirs	Capacité d'essence Capacité d'huile	En litres En litres
....	Pot d'échappement	Catalytique ou non Niveau sonore	 En dB
	Matériaux	Recyclables ou non	En %
....	Feux de position, stop, clignotants, Avertisseur sonore	Dimensions, intensité lumineuse Intensité sonore	
	Phare	Type et nombre d'optique d'ampoules, Puissance lumineuse	En W
	Rétroviseur	Nombre Dimensions	
....	Coffre, Porte bagages	Volume Possibilité de ranger un casque Présence ou non	En dm3
....		Prix	En Dt
....	Selle Repose pieds	Dimensions (mono ou biplace), matière Forme, position	
	Sélecteurs, boutons multi positions, leviers, poignées pivotantes Dispositifs de démarrage	Disposition pratiques des commandes Type de démarreur	Kick, électrique
	Bulle, brise vent	Présence ou non, Dimensions	
....	Freins	Type de frein AV et AR (disque, tambour, hydraulique,...) Dimensions	AV : Ø en mm AR : Ø en mm
	Suspensions, Amortisseurs	AV : type de fourche Débattement AR : type Débattement	AV : en mm AR : en mm

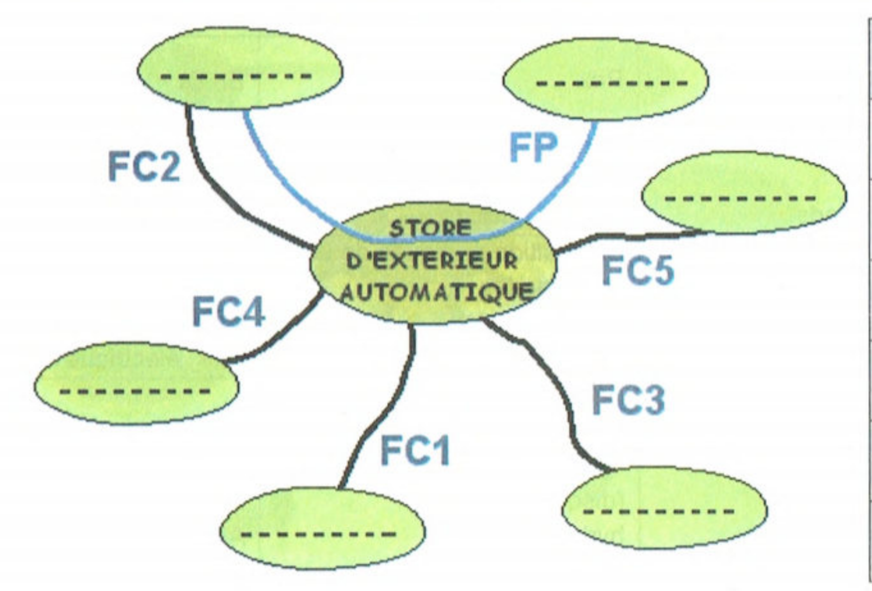
....	Carénage, caches Revêtements (peinture, sigle,…)	Forme Couleur Accessoires d'esthétiques (jantes alu, …)	
....	Equipements antivol	Nombre d'équipements Type d'équipement Fiabilité	

2. Store extérieur automatique :

Compléter le diagramme pieuvre en plaçant sur les bulles les composants correspondants du milieu extérieur.







LISTE DES FONCTIONS DE SERVISES
FP : Abriter un lieu du soleil
FC1 : Pouvoir être commandé manuellement par le client
FC2 : S'adapter à l'intensité de la lumière solaire.
FC3 : S'adapter à l'intensité du vent.
FC4 : Utiliser l'énergie électrique.
FC5 : Tenir solidement sur le support.

3. Autocuiseur :

On se propose de réaliser l'analyse fonctionnelle d'un autocuiseur.



1- Enoncer le besoin :

Q1 : A qui (A quoi) rend-t-il service ?

……………………………………………………………………

Q2 : Sur qui (Sur quoi) agit-t-il ?

……………………………………………………………………

Q3: Dans quel but ?

……………………………………………………………………

2- Valider le besoin :

Q1 : Pourquoi ce besoin existe-t-il ? ……………………………………………………………………

Q2 : Qu'est ce qui pourrait faire disparaître ce besoin ? ……………………………………………

Q3:Pensez-vous que les risques de voir disparaître ou évoluer ce besoin sont réels dans un proche avenir ? ……………………………………………………………………

Conclusion : ……………………………………………………………………

3- Recenser les fonctions de service :

……………
Sécurité
Energie
……………
……………
………………
Esthétique
Signale sonore
Support
Prix
….
….
….
….
….
….
….

- **FP** : Permettre à l'utilisateur de cuire rapidement des aliments non cuits
- **FC1** : ....
- **FC2** : ....
- **FC3** : ....
- **FC4** : ....
- **FC5** : ....
- **FC6** : Signaler la fin de cuisson.

4- Caractériser les fonctions de service :

	Fonction	**critères d'appréciation**	**Niveau**	**flexibilité**
FP	....	Temps de préparation	....	....
FC1	....	....	- .... - .... -	
FC2	....	- Thermique	- 300°c	±20°c
FC3	....	-............................... - Couleur	Choix en fonction de la sensibilité de l'utilisateur	
FC4	....	Minimiser le coût	< 40 DT	
FC5	....	- Surface d'appui - Masse	- .... -	....
FC6	Signale la fin de cuisson	Signalisation	Entendu à une distance moyenne - 15m	±2m

5- Hiérarchiser et valoriser les fonctions de service :

0 : pas de supériorité — 2: moyennement supérieur

1: légèrement supérieur — 3: nettement supérieur

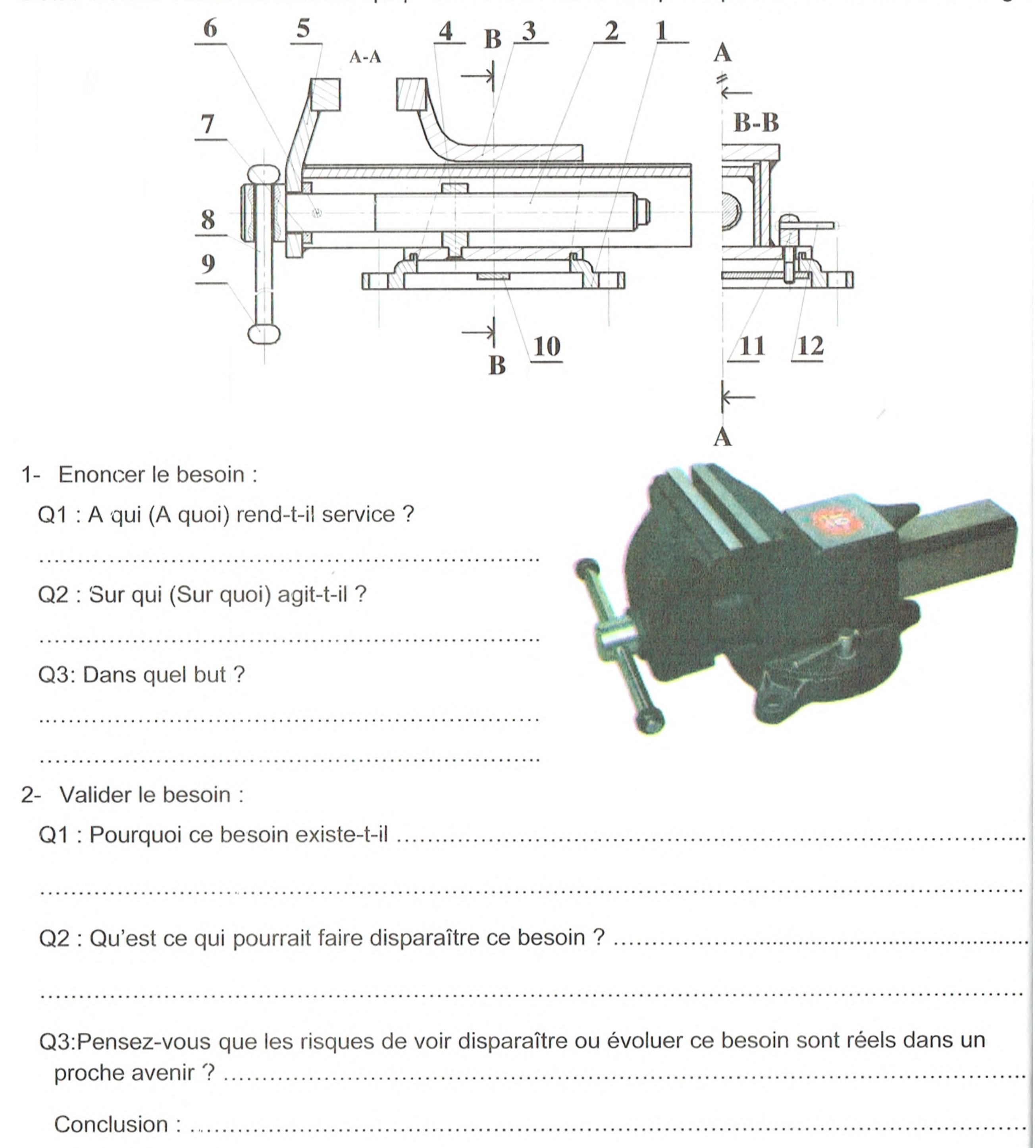
	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6	Points	%
FP	FP 2	FP 2	FP 3	FP 2	FP 3	FP 3	....	....
	FC1	0	FC1 3	....	FC1 2	FC1 2	9	....
		FC2	FC2 2	FC2 1	....	....	6	....
			FC3	FC3 1	FC5 2	FC6 2	....	....
				FC4	FC5 2	....	2	....
					FC5	FC5 2	8	....
						FC6	....	....
							43	**100**

6- Etablir l'histogramme les fonctions de service (histogramme des souhaits)



4. Etau d'établi :

L'étau d'établi est un mécanisme qui permet d'immobilier une pièce pour des travaux de bricolage



1- Enoncer le besoin :

Q1 : A qui (A quoi) rend-t-il service ?

....

Q2 : Sur qui (Sur quoi) agit-t-il ?

....

Q3: Dans quel but ?

....

....

2- Valider le besoin :

Q1 : Pourquoi ce besoin existe-t-il ....

....

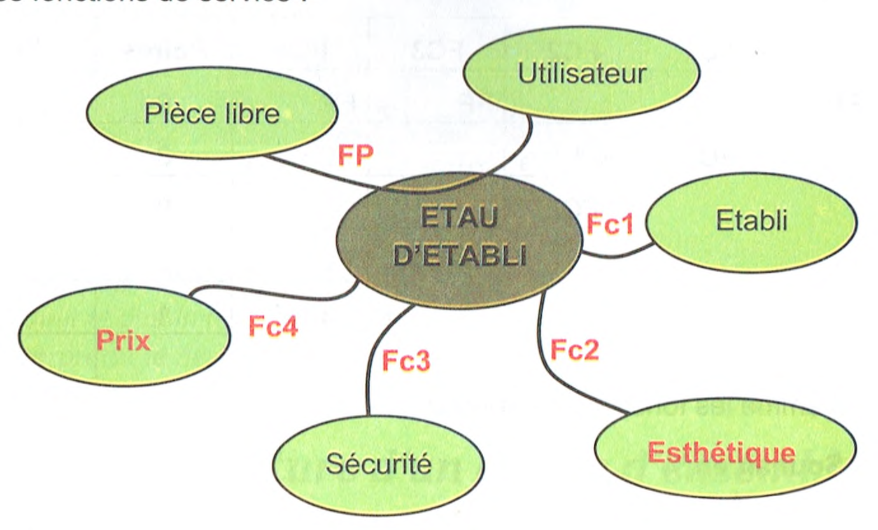
Q2 : Qu'est ce qui pourrait faire disparaître ce besoin ? ....

....

Q3:Pensez-vous que les risques de voir disparaître ou évoluer ce besoin sont réels dans un proche avenir ? ....

Conclusion : ....

3- Recenser les fonctions de service :



- **FP :** ……………………………………………………………………………………
- **FC1 :** …………………………………………………………………………………
- **FC2 :** Plaire à l'œil
- **FC3 :** …………………………………………………………………………………
- **FC4:** Etre peu coûteux

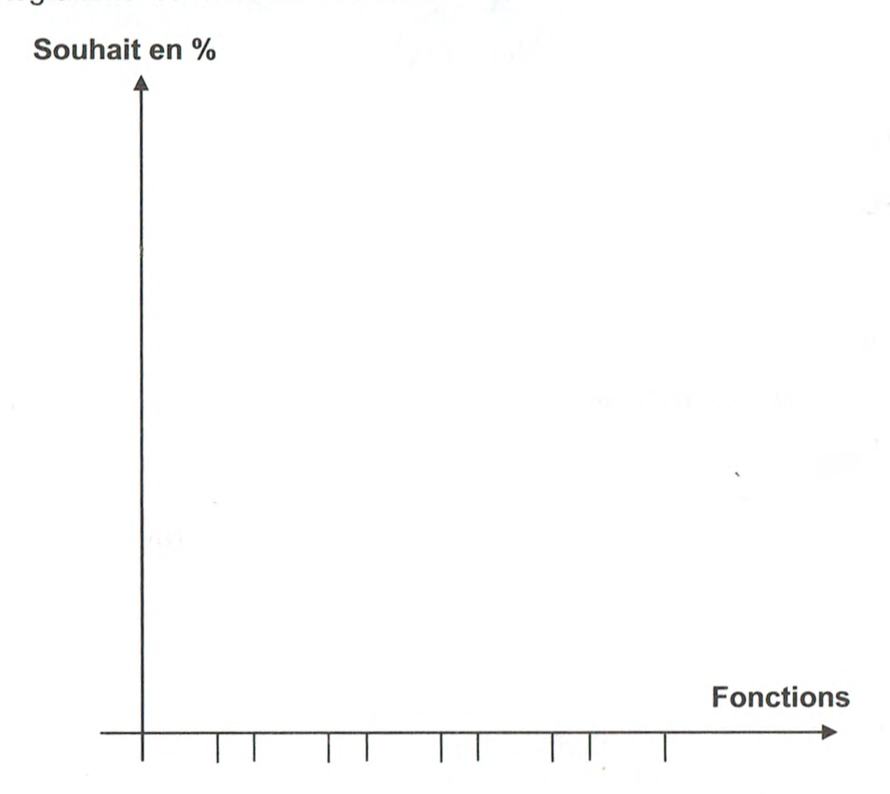
4- Caractériser les fonctions de service :

	Fonction	critères d'appréciation	Niveau flexibilité
FP	…………………………… …………………………… …………………………… ……………………………	- Dimension - Effort de serrage	……………… ……………… ……………………………………
FC1	……………………………	- Surface d'appui - Fixation	…………………………………… ……………………………………
FC2	Plaire à l'œil (Attirant)	- …………………………… - Couleur	Choix en fonction de la sensibilité de l'utilisateur
FC3	…………………………… ……………………………	- Sécurité	Respect des normes de sécurité
FC4	Etre peu coûteux	Minimiser le coût (Prix abordable	< 15 DT

5- Hiérarchiser et valoriser les fonctions de service :

	FC1	FC2	FC3	FC4	Points	%
FP	FP 2	....	FP 2	FP 2	9	....
	FC1	FC1 3	....	FC1 3	8	....
		FC2	....	....	0	....
			FC3	FC3 3	6	....
				FC4	1	....

6- Etablir l'histogramme les fonctions de service



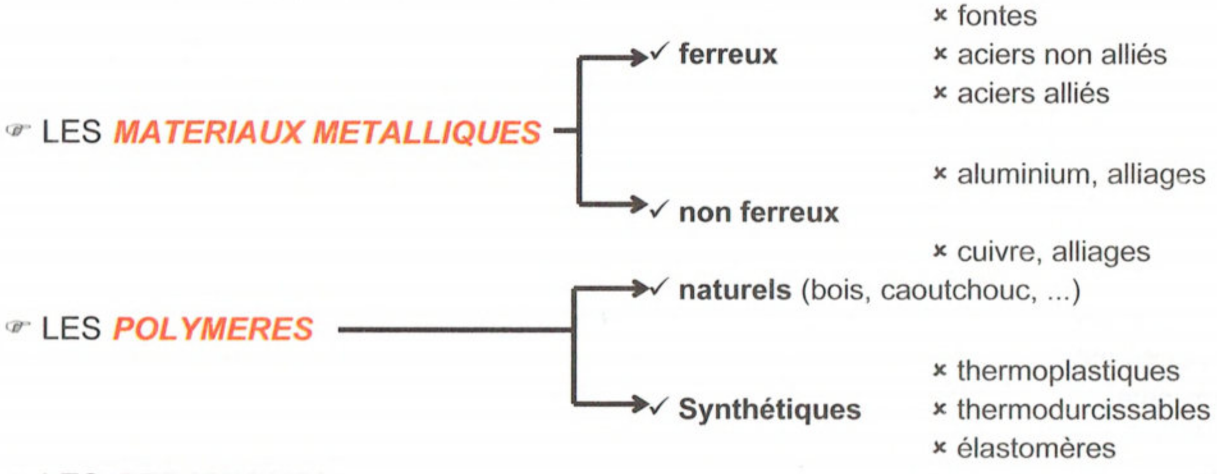
Objectifs :

- *Identifier les différentes pièces constituant un système ;*
- *Etablir une cotation fonctionnelle ;*
- *Etablir le dessin de définition d'une pièce extraite d'un système ;*
- *Interpréter la désignation normalisée d'un matériau d'une pièce.*

Leçon 2 : Lecture d'un dessin d'ensemble.

I. Désignation des matériaux :

On peut regrouper les matériaux en familles :



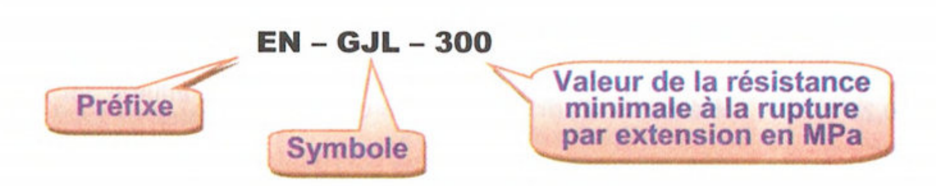
☞ LES ***CERAMIQUES***
☞ LES ***COMPOSITES***

A. Les fontes (Fer + 1,67 à 4,2 % de C) :

Les fontes sont des alliages de fer et de carbone. Elles ont une ***excellente coulabilité***. Elles permettent donc d'obtenir des pièces de fonderie (pièces moulées) aux formes complexes. Elles sont ***assez fragiles*** (cassantes), ***difficilement soudables***, et ont une ***bonne usinabilité***.

1. Les fontes à Graphite Lamellaire :

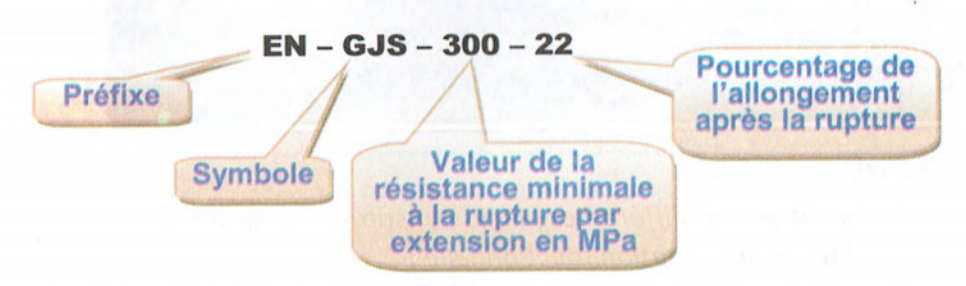
Exemple :



2. Les fontes malléables à Graphite Sphéroïdal :



Exemple :



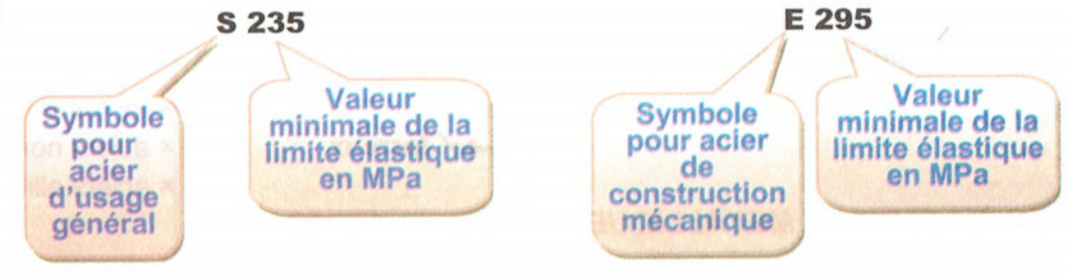
B. Les aciers (Fer + 0,08 à 1,67 % de Carbone) :

Les aciers sont également des alliages de fer et de carbone avec éventuellement des éléments d'addition.

1. Classification par emplois :



Exemple :



2. Classification par composition chimique :

a) Aciers non alliés :

Ils contiennent une faible teneur en carbone. Ils sont très utilisés en construction mécanique. La majorité est disponible sous forme de laminés marchands (profilés: poutrelle, barre, ...) aux dimensions normalisées.

Exemple :

C 40

- Symbole acier non allié
- Pourcentage de la teneur moyenne en carbone multipliée par 100. Soit 0,40 % de carbone

b) Aciers faiblement alliés :

Pour ces aciers, aucun élément d'addition ne dépasse **5%** en masse (ce pourcentage est ramené à 1% pour le manganèse).

Exemple :

25 Cr Mo 4 - 25

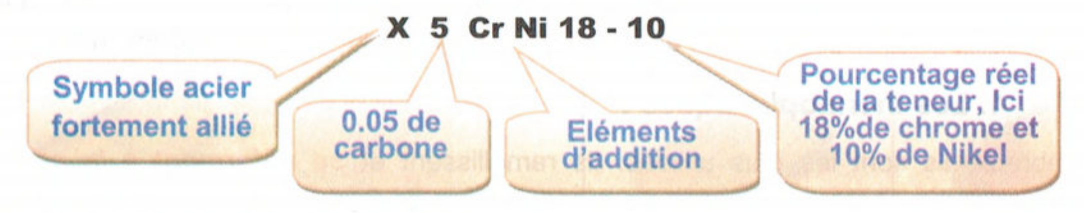
- Pourcentage de la teneur moyenne en carbone multipliée par 100. Soit 0,25 % de carbone
- Un ou plusieurs groupes de lettres qui sont les symboles des éléments d'addition rangés dans l'ordre des teneurs décroissantes, ici, Chrome (Cr) et Molybdène (Mo)
- Une suite de nombre rangés dans le même ordre que les éléments d'alliages, et indiquant le % de la teneur moyenne de chaque élément. Les teneurs sont multipliées par un coefficient variable en fonction des éléments d'alliage. Ici 1%de chrome (4/4=1) et 2.5% de molybdène (25/10)=2.5)

Coefficient multiplicateur				
Élément d'alliage	Coef.		Élément d'alliage	Coef.
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4		Ce, N, P, S	100
Al, Be, Cu, Mo, Pb, Ta, Tl, V, Zr	10		B	1000

c) Aciers fortement alliés :

Les aciers fortement alliés possèdent au moins un élément d'addition dont la teneur dépasse 5% en masse.

Exemples :



C. Les alliages non ferreux :

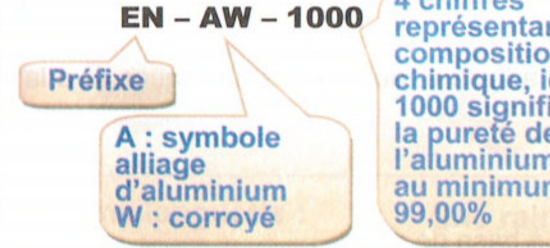
1. Aluminium et ses alliages :

L'aluminium est obtenu à partir d'un minerai appelé bauxite. Il est léger (densité = 2,7), bon conducteur d'électricité et de chaleur. Sa résistance mécanique est faible, il est ductile et facilement usinable. Il est très résistant à la corrosion.

Utilisation : *aéronautique du fait de leur légèreté*

Désignation : La désignation utilise un code numérique. Il peut éventuellement être suivi par une désignation utilisant les symboles chimiques.

Exemples :



2. Cuivre et ses alliages :

Il existe de très nombreux alliages de cuivre dont les plus connus sont : les bronzes, les laitons, les cupro-aluminiums, les cupronickels et les maillechorts.

cuivre + zinc	=	*LAITON*
cuivre + étain	=	*BRONZE*
cuivre + aluminium	=	*CUPRO-ALUMINIUM*
cuivre + nickel	=	*CUPRONICKEL*
cuivre + nickel + zinc	=	*MAILLECHORT*

Exemples :

Cu Zn 36 Pb 2 1810

D. Les polymères ou matières plastiques :

Un plastique est un mélange dont le constituant de base est une résine ou ***polymère***, à laquelle on associe des ***adjuvants*** (plastifiants, anti-oxydants…) et des ***additifs*** (colorants, ignifugeants).

1. Les thermoplastiques :

Très nombreux, ils sont les plus utilisés. Ils ramollissent et ***se déforment à la chaleur***. Ils peuvent être refondus et remis en œuvre un grand nombre de fois.

Exemples : **ABS, PMMA, PTFE, PP**

2. Les thermodurcissables :

Ils ne ramollissent pas et ***ne se déforment pas*** sous l'action de la ***chaleur***. Une fois créés, il n'est plus possible de les remodeler par chauffage.

Exemples : **EP (araldite), UP (polyester).**

3. Les élastomères ou « caoutchoucs » :

On peut les considérer comme une famille supplémentaire de polymères aux propriétés très particulières. Ils sont caractérisés par une très ***grande élasticité***.

E. Les Céramiques :

Elles sont très dures, très rigides, résistent à la chaleur, à l'usure, aux agents chimiques et à la corrosion mais sont fragiles.

1. Les céramiques traditionnelles :

Elles regroupent les ciments, les plâtres… et les produits à base de silice.

2. Les céramiques techniques :

Plus récentes, elles sont soit fonctionnelles, à « usage électrique », soit structurales, à usage mécanique ou thermomécanique.

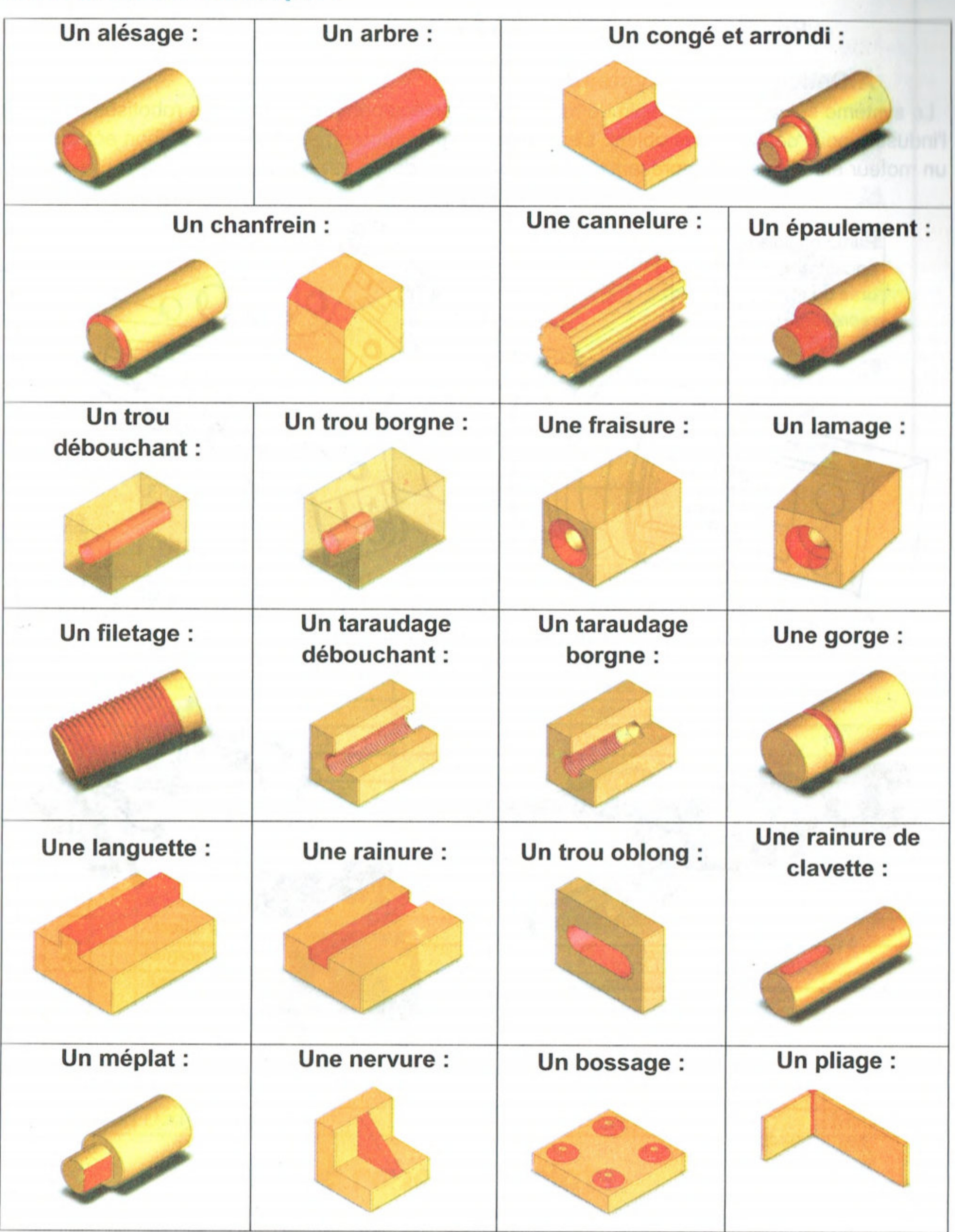
Utilisations : ***fibre optique (silicium), outils de coupe (carbures), joints d'étanchéité, isolants…***

F. Les matériaux composites :

Ils sont composés d'un matériau de base (matrice ou liant) renforcé par des fibres, ou agrégats, d'un autre matériau.

En renfort, on utilise la fibre de verre (économique), la fibre de carbone (plus coûteuse) et enfin les fibres organiques (kevlar).

II. Vocabulaire technique :

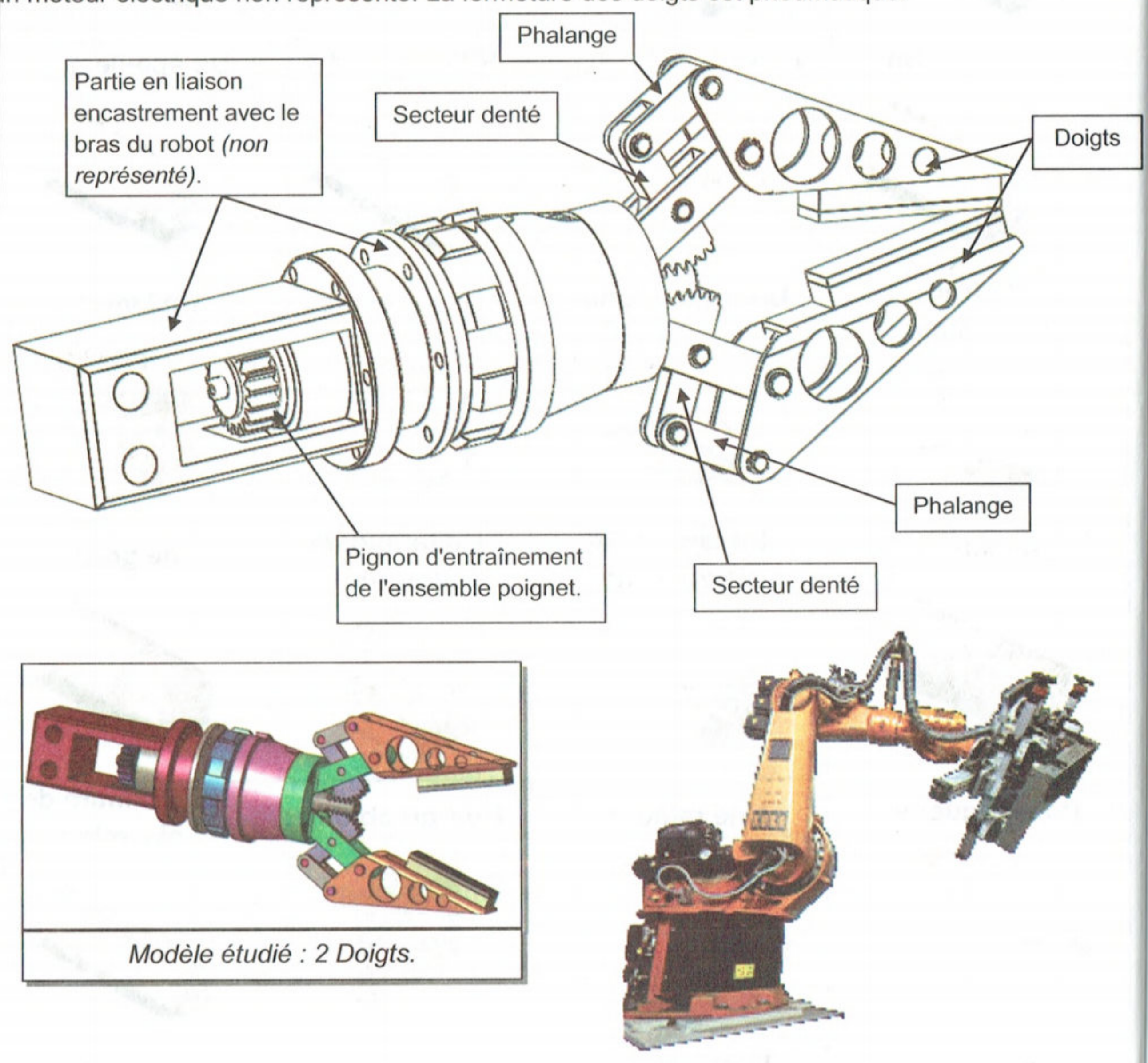


II. Problèmes :

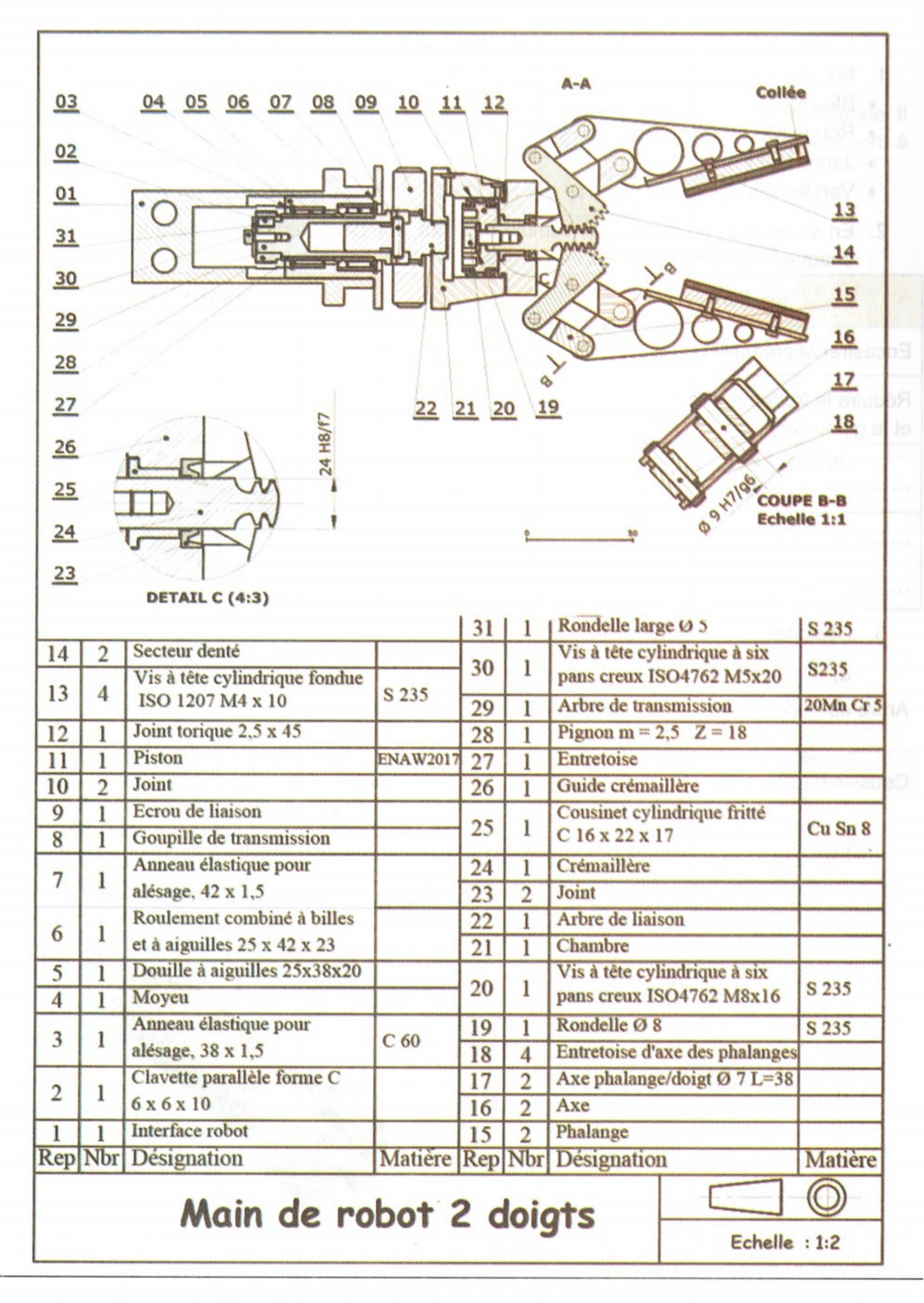
Problème1 : Main de robot à 2 doigts :

A. Description du système :

Le système suivant est une main de robot à 2 doigts équipant des ensembles robotisés destiné à industrie pour déplacer des objets. L'ensemble du poignet tourne grâce à un pignon entraîné par un moteur électrique non représenté. La fermeture des doigts est pneumatique.



Modèle étudié : 2 Doigts.



Rep	Nbr	Désignation	Matière
14	2	Secteur denté	
13	4	Vis à tête cylindrique fondue ISO 1207 M4 x 10	S 235
12	1	Joint torique 2,5 x 45	
11	1	Piston	ENAW2017
10	2	Joint	
9	1	Ecrou de liaison	
8	1	Goupille de transmission	
7	1	Anneau élastique pour alésage, 42 x 1,5	
6	1	Roulement combiné à billes et à aiguilles 25 x 42 x 23	
5	1	Douille à aiguilles 25x38x20	
4	1	Moyeu	
3	1	Anneau élastique pour alésage, 38 x 1,5	C 60
2	1	Clavette parallèle forme C 6 x 6 x 10	
1	1	Interface robot	

Rep	Nbr	Désignation	Matière
31	1	Rondelle large Ø 5	S 235
30	1	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO4762 M5x20	S235
29	1	Arbre de transmission	20Mn Cr 5
28	1	Pignon m = 2,5 Z = 18	
27	1	Entretoise	
26	1	Guide crémaillère	
25	1	Cousinet cylindrique fritté C 16 x 22 x 17	Cu Sn 8
24	1	Crémaillère	
23	2	Joint	
22	1	Arbre de liaison	
21	1	Chambre	
20	1	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO4762 M8x16	S 235
19	1	Rondelle Ø 8	S 235
18	4	Entretoise d'axe des phalanges	
17	2	Axe phalange/doigt Ø 7 L=38	
16	2	Axe	
15	2	Phalange	

Main de robot 2 doigts

Echelle : 1:2

Travail demandé :

1. Sur le dessin d'ensemble de la « main de robot 2 doigts » colorer en :
   - Bleu le piston 11 et la crémaillère 24.
   - Rouge les 2 secteurs dentés 14.
   - Jaune le 21 et 26
   - Vert les deux doigts.
2. En se référant au dessin d'ensemble page **25**, compléter le tableau suivant en indiquant à chaque fois la fonction ou le(s) composant(s) demandé(e)(s).

Fonction	Composant(s)
Encastrer la crémaillère avec le piston	....
Réduire le frottement entre la crémaillère (24) et le guide (26)	....
....	Forme cylindrique +clavette (2) +Vis (30) et rondelle (31)
....	Goupille de transmission (8)

3. Désignation des matériaux :

   a) Donner la signification des désignations des matériaux des pièces suivantes :

Arbre de transmission (29) : ....

....

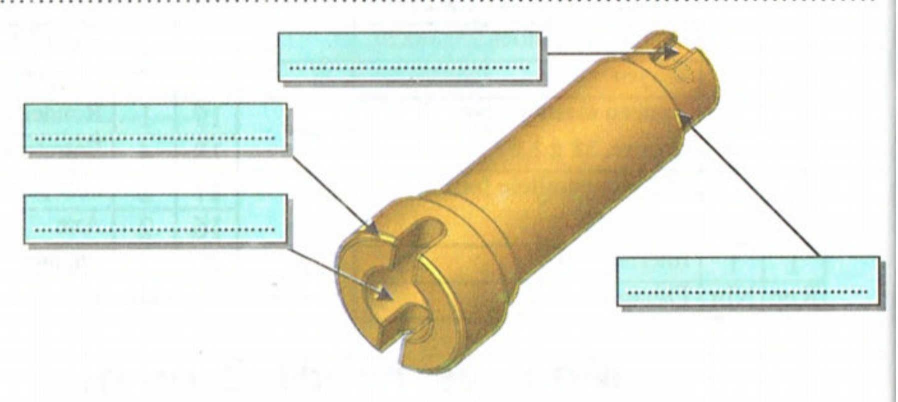
Coussinet (25) : ....

....

   b) Donner la désignation normalisée du matériau de la crémaillère sachant qu'elle est en acier fortement allié de 0,05 % de carbone, 17% de chrome, 12% de Nickel et des traces de Molybdène :

....

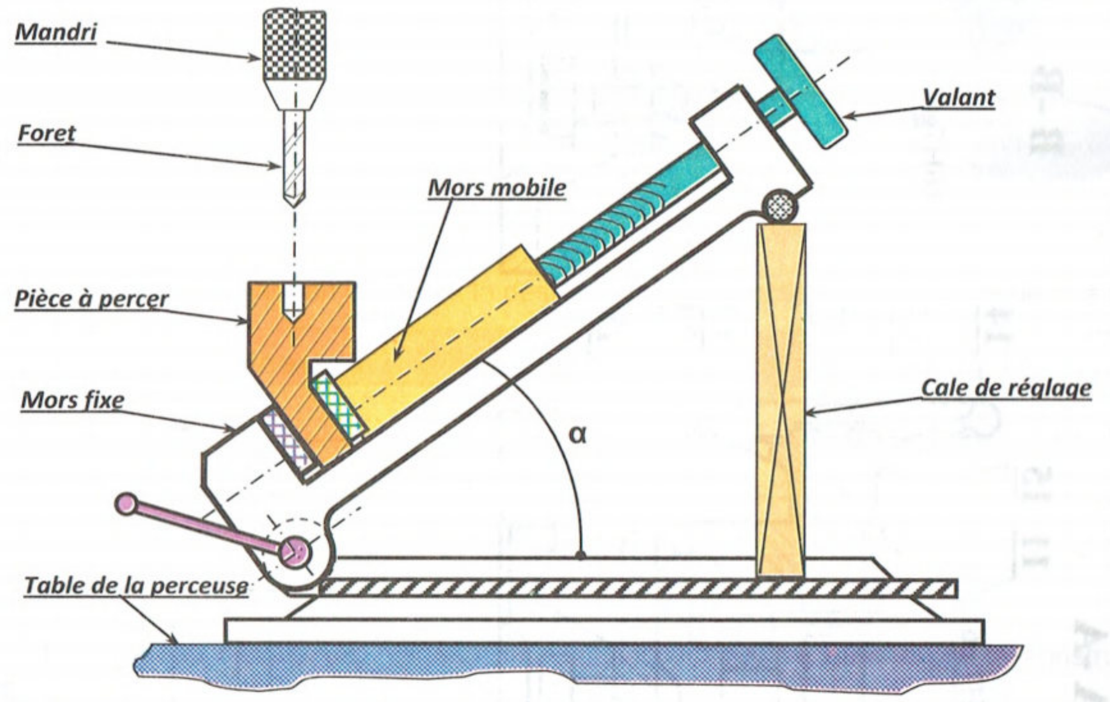
4. Complétez le dessin ci-contre par le nom de la forme usuel ou l'usinage demandé, de l'arbre de transmission (29).



Problème2 : Etau de perçage orientable :

A. Description du système :

Le mécanisme à étudier est un étau de perçage orientable utilisé sur une perceuse à colonne. Il permet, après serrage de la pièce à usiner, de l'orienter d'un angle « **α** » par rapport à l'horizontal.



B. Description et fonctionnement du mécanisme :

Le dessin d'ensemble et la perspective ci-contre représentent un étau de perçage orientable.

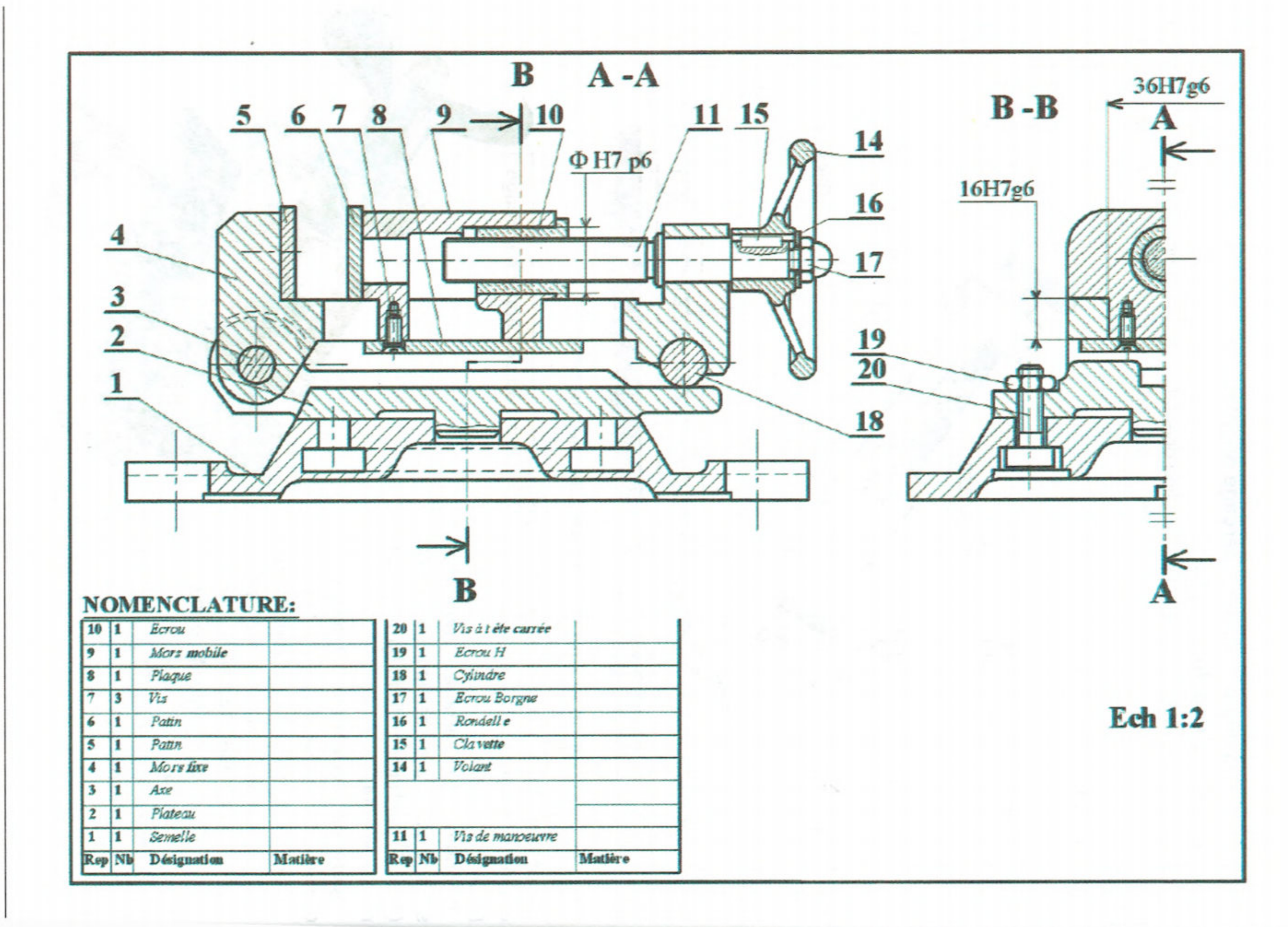
Opération de serrage : l'opérateur serre la pièce à percer entre les mors (**5**) et (**6**) par l'intermédiaire du volant de manœuvre (**14**).

Opération d'orientation : L'opération d'orientation consiste à :

- Placer si nécessaire une cale de réglage entre la pièce cylindrique (**18**) et le plateau (**2**) pour tourner (**4**) autour de l'axe (**3**).
- Pivoter le plateau (**2**) par rapport à la semelle (**1**).

Dessin en 3d de l'étau de parcage





NOMENCLATURE:

Rep	Nb	Désignation	Matière
10	1	Ecrou	
9	1	Mors mobile	
8	1	Plaque	
7	3	Vis	
6	1	Patin	
5	1	Patin	
4	1	Mors fixe	
3	1	Axe	
2	1	Plateau	
1	1	Semelle	

Rep	Nb	Désignation	Matière
20	1	Vis à tête carrée	
19	1	Ecrou H	
18	1	Cylindre	
17	1	Ecrou Borgne	
16	1	Rondelle	
15	1	Clavette	
14	1	Volant	
11	1	Vis de manoeuvre	

C. Travail demandé :

1. Analyse fonctionnelle du mécanisme :

A partir de l'extrait du diagramme d'interaction suivant, formuler la fonction globale :
FG : ……………………………………………
……………………………………………………

ETAU DE PERÇAGE ORIENTABLE
Pièce à percer
Utilisateur

2. Analyse du fonctionnement :

Compléter le tableau suivant en indiquant la désignation et la fonction des pièces repérées :

Repère	Désignation	Fonction
(15)	…………………………	…………………………………………………………
(16)	…………………………	…………………………………………………………
(17)	…………………………	…………………………………………………………

3. Analyse des solutions constructives :

Compléter le tableau suivant en indiquant la solution constructive utilisée par le constructeur pour chaque fonction technique ou inversement.

Fonction technique	Solution technologique
……………………………………… ………………………………………	Trois vis repère (**7**)
• Lier le volant (**14**) à la vis de manœuvre (**11**)	…………………………………………………………
• Guider la vis de manœuvre en rotation	………………………………………………………… …………………………………………………………
• Lier le plateau (**2**) à la semelle (**1**)	…………………………………………………………
• Guider le mors mobile (**9**) en translation	………………………………………………………… …………………………………………………………
………………………………………	*Axe (**3**)*

4. Analyse des formes :

a) Justifier la présence des stries sur la face du patin (**5**) et (**6**) :

....

....

b) Donner le nom et la fonction des formes qui se trouvent sur la semelle (**1**) :

Nom : ....
Fonction : ....
....

Nom : ....
Fonction : ....
....

Nom : ....
Fonction : ....
....

Nom : ....
Fonction : ....
....

c) Indiquer sur la vis de manœuvre (**11**) les pièces portées par les différentes parties :

....

....

....

....

....

5. Désignation des matériaux :

a) L'écrou (**10**) est en Cu Sn 10 P ; Justifier l'utilisation de ce matériau et donner sa composition.

Justification :...

Composition : ....

b) La semelle (1) est en EN GJS- 600-3. Donner la signification de cette désignation.

....

....

Leçon 3 : Tolérances dimensionnelles et géométriques.

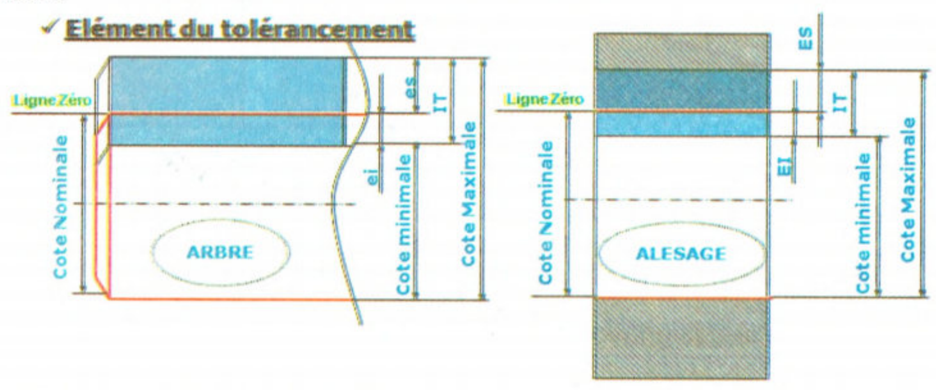
I. Tolérances dimensionnelles :

A. Cotes tolérancées :

Lors de la fabrication d'une série de pièces identiques, il est impossible d'avoir les mêmes dimensions d'une pièce à l'autre. Ceci est du aux imperfections des machines, a l'usure des outils, à la précision des appareils de mesure…

Il est donc plus facile de réaliser une cote si elle peut varier entre deux valeurs limites : une cote maximale (C Maxi) et une cote minimale (C mini).

La différence entre les deux s'appelle l'intervalle de tolérance (IT), celui-ci correspond à la marge d'erreur autorisée.

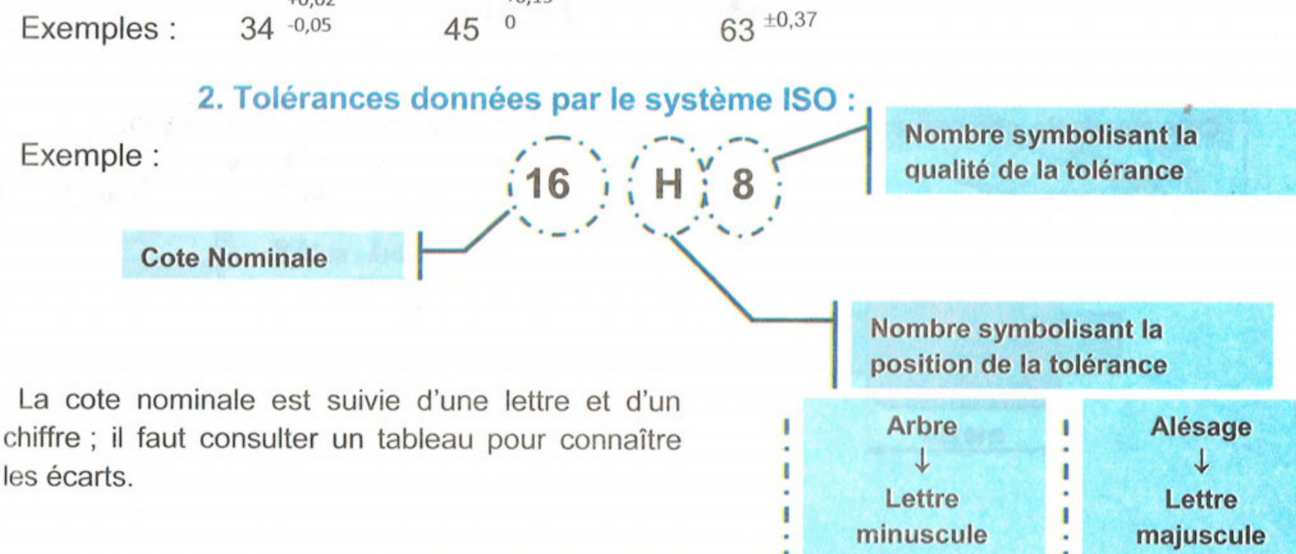


1. Tolérances chiffrées :

Exemples : $34^{+0,02}_{-0,05}$ $45^{+0,15}_{0}$ $63^{\pm 0,37}$

2. Tolérances données par le système ISO :

Exemple :



La cote nominale est suivie d'une lettre et d'un chiffre ; il faut consulter un tableau pour connaître les écarts.

B. Ajustement :

Un dessin d'ensemble doit être complété par des informations qui permettent de déduire le fonctionnement du mécanisme, en particulier les mouvements possibles.

L'écriture d'un ajustement permet après décodage, de définir la présence ou pas de mouvement.

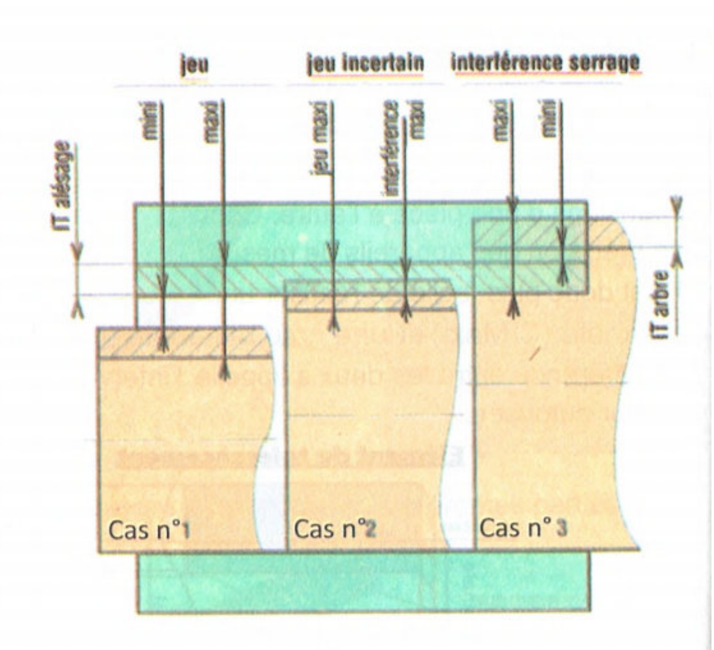
1. Type d'ajustement :

On distingue 3 types d'ajustement :

Cas n°1 : Ajustement avec jeu

Cas n°2 : Ajustement incertain (Jeu ou serrage)

Cas n°3 : Ajustement serré



2. Désignation normalisée :

Sur un dessin d'ensemble la désignation comprend :

Exemple :

20 H7 / e6

- **20** : Cote Nominale commune
- **H7** : Symbolisant de la tolérance de l'ALESAGE (Toujours inscrit en premier)
- **e6** : Symbolisant de la tolérance de l'arbre

Exemple d'écriture :

exemple

Ø 60 E8/f7

⇒ $60\ f7 = 60^{-0.030}_{-0.060}$

Ø 60 f7

écart f = − 0,030

IT7 = 0,030

59.940 ≤ 60 f7 ≤ 59.970

\+ $60\ E8 = 60^{+0.106}_{+0.060}$

Ø 60 E8

écart E = 0,060

IT8 = 0,046

60.060 ≤ 60 E8 ≤ 60.106

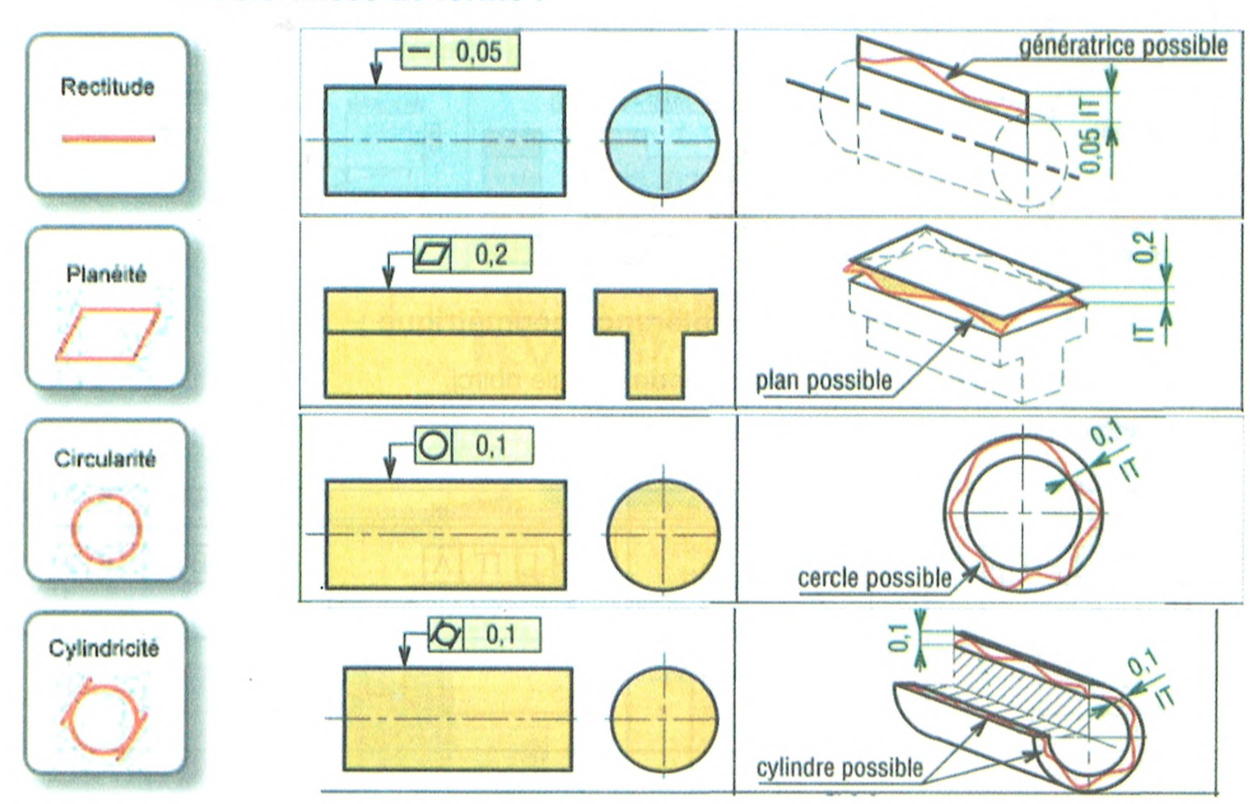
3. Ajustements couramment utilisés :

Le choix d'un ajustement se fait en fonction du jeu ou du serrage désiré, et en fonction du type de mécanisme dans lequel il est nécessaire

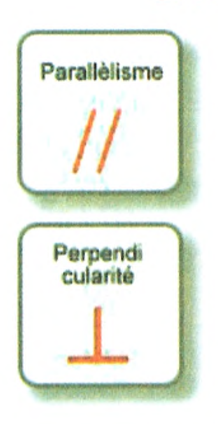
Pièces mobiles l'une par rapport à l'autre	Guidage avec jeu	**H8 / f7**
	Guidage précis	**H7 / g6**
Pièces immobiles l'une par rapport à l'autre	Assemblage à la main	**H7 / h6**
	Assemblage au maillet	**H7 / m6**
	Assemblage à la presse	**H7 / p6**

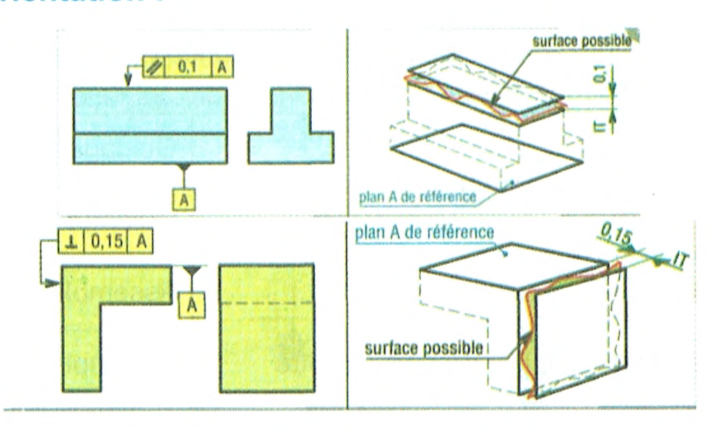
II. Tolérances géométriques :

1. Tolérances de forme :

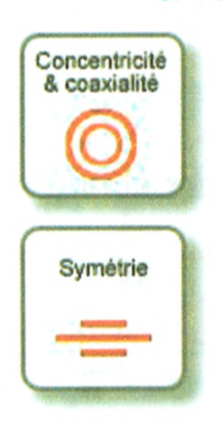


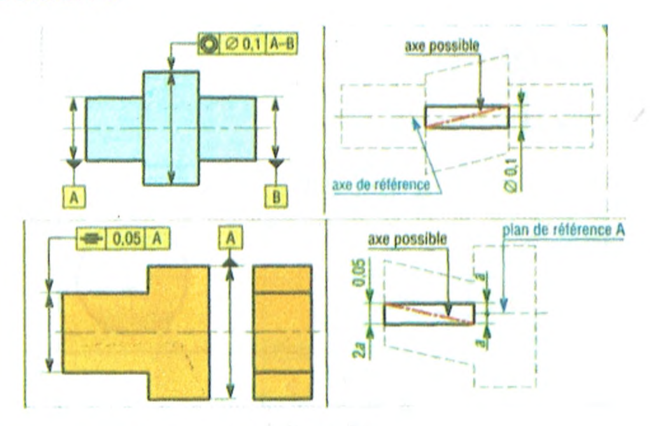
2. Tolérances d'orientation :





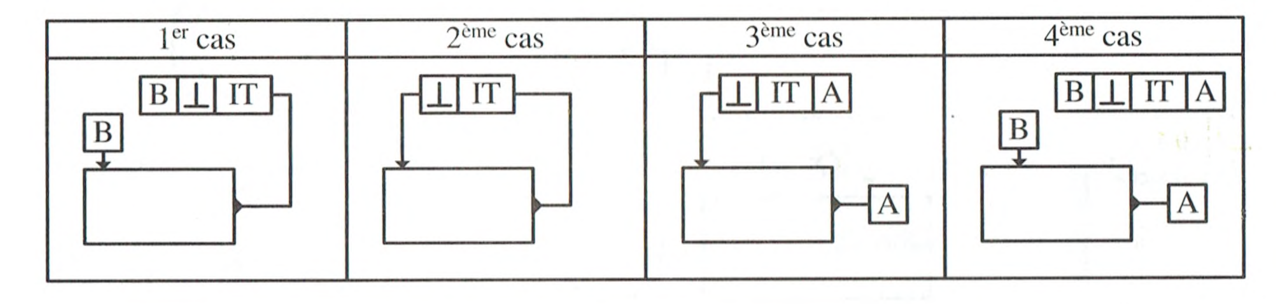
3. Tolérances de position :





4. Inscription d'une tolérance géométrique :

- L'élément de référence est précisé par un triangle noirci.
- L'élément tolérancé est indiqué par une flèche



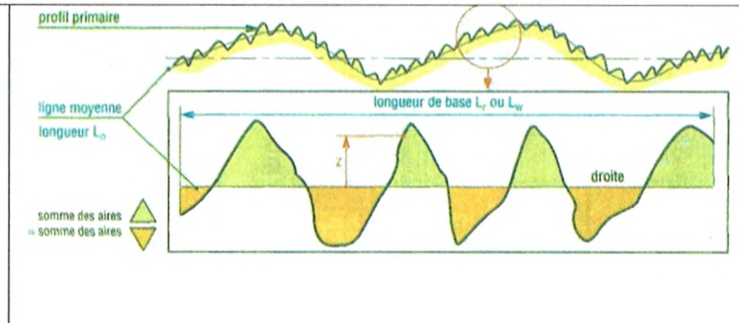
III. Etat de surface :

1. Généralités :

L'état de surface d'une pièce est caractérisé par les dimensions du profil de sa surface.

Ces dimensions sont conditionnées par le procédé de fabrication de la surface.

Les surfaces paraissent lisses à l'œil de l'homme. Au grossissement, des défauts apparaissent.

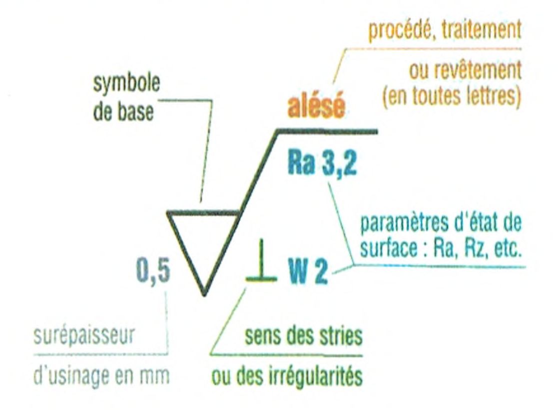


On appelle rugosité l'écart moyen arithmétique d'une surface sur une longueur l et on la note Ra.

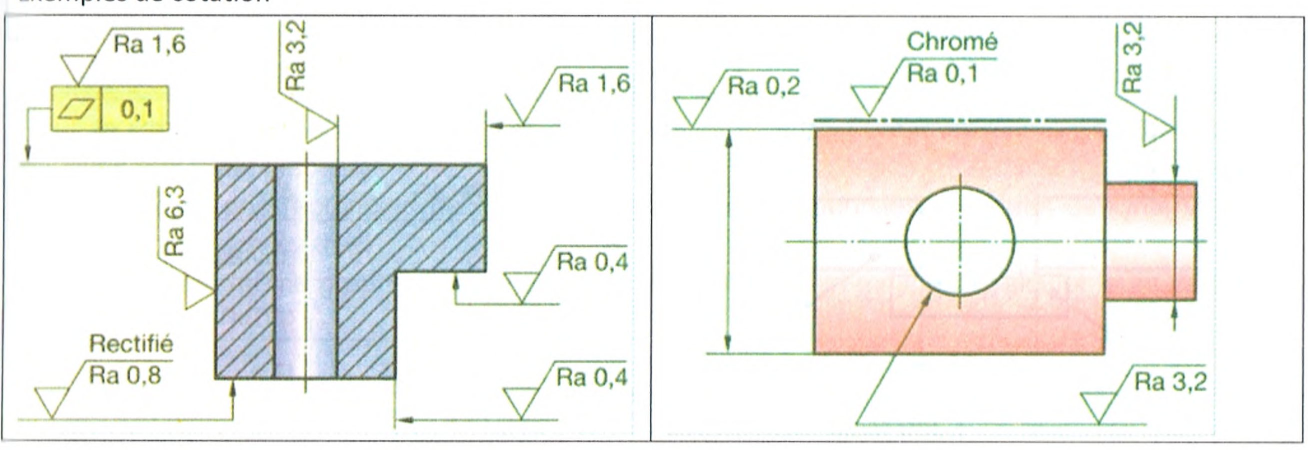
On la calcule comme une moyenne

$$\text{rugosité } R_a = \frac{|z_1| + |z_2| + |z_3| + \dots\dots + |z_n|}{n}$$

2. Inscription normalisée d'un état de surface sur un dessin :



Exemples de cotation

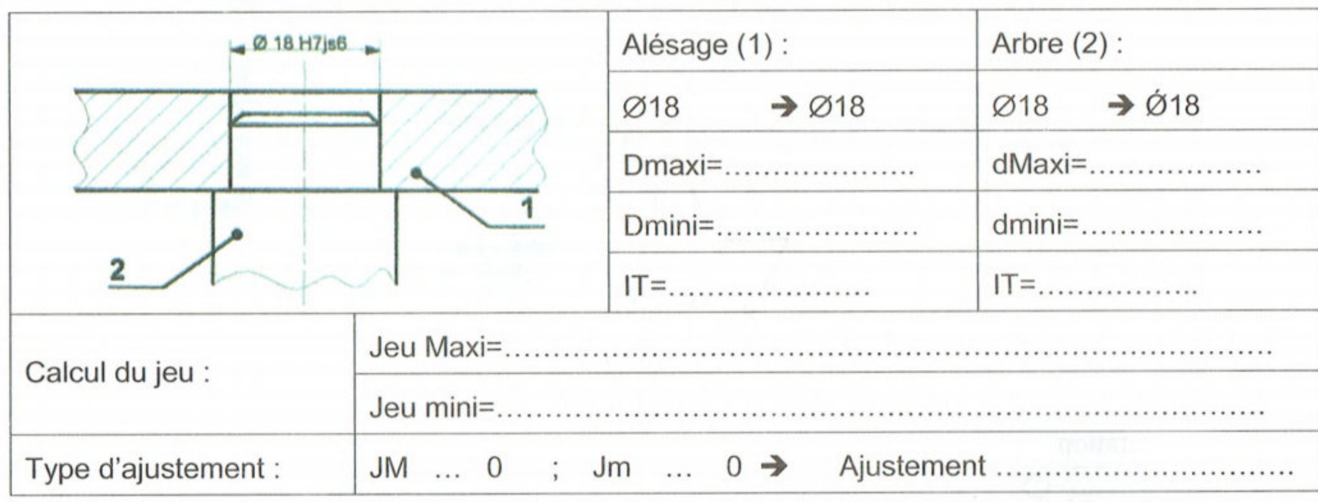


IV. Exercices :

1. Exercice n°1 : On se référant au tableau des tolérances normalisés, compléter pour chaque cas les valeurs manquants :

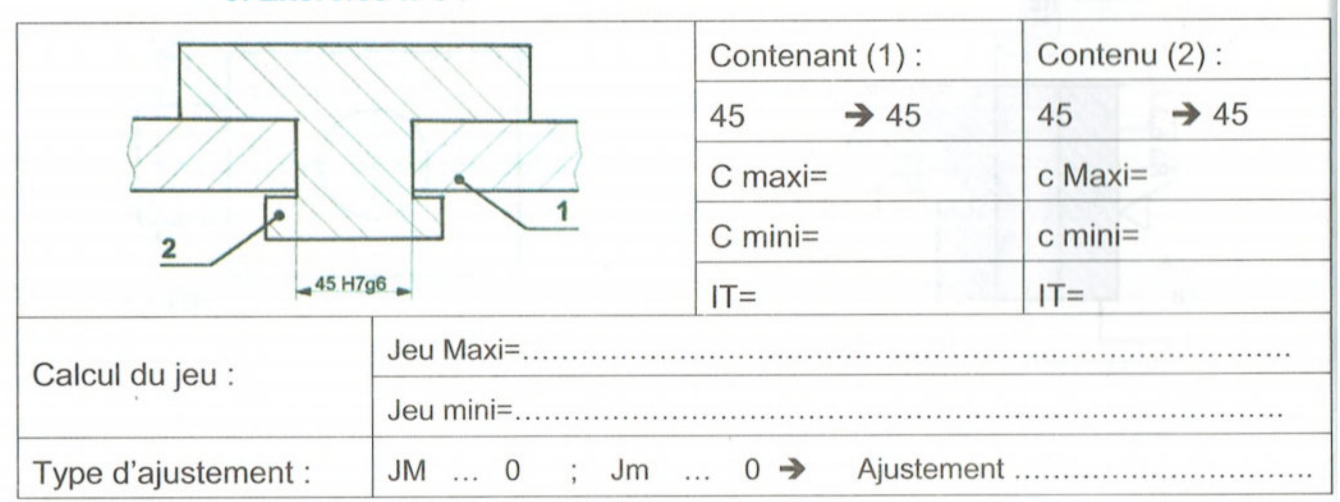
1 2 Ø 20 H7/m6	Alésage (1) :	Arbre (2) :
	Ø20 ……… ➔ Ø20……	Ø20……… ➔ Ø20 ……
	Dmaxi=…………..	dMaxi=………………..
	Dmini=……………	dmini=………………….
	IT=……………………	IT=……………………
Calcul du jeu :	Jeu Maxi=………………………………………………………………………	
	Jeu mini=………………………………………………………………………	
Type d'ajustement :	JM … 0 ; Jm … 0 ➔ Ajustement …………………………	

2. Exercice n°2 :



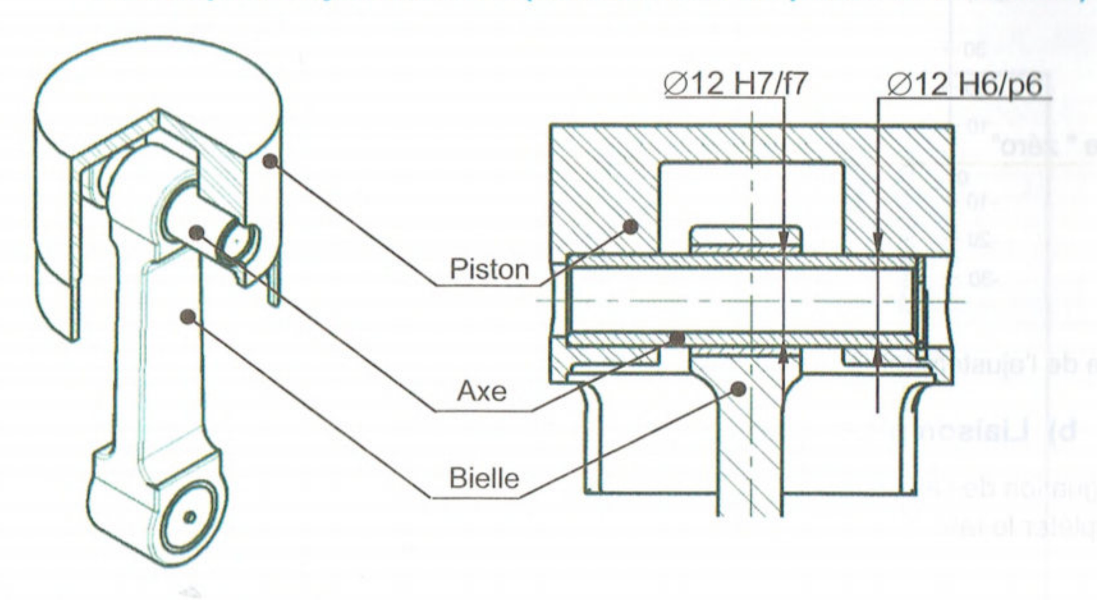
	Alésage (1) :	Arbre (2) :
	Ø18 ➔ Ø18	Ø18 ➔ Ø18
	Dmaxi=………………..	dMaxi=………………
	Dmini=…………………	dmini=……………….
	IT=…………………	IT=…………….
Calcul du jeu :	Jeu Maxi=………………………………………………………………………	
	Jeu mini=………………………………………………………………………	
Type d'ajustement :	JM … 0 ; Jm … 0 ➔ Ajustement …………………………	

3. Exercice n°3 :



	Contenant (1) :	Contenu (2) :
	45 ➔ 45	45 ➔ 45
	C maxi=	c Maxi=
	C mini=	c mini=
	IT=	IT=
Calcul du jeu :	Jeu Maxi=………………………………………………………………………	
	Jeu mini=………………………………………………………………………	
Type d'ajustement :	JM … 0 ; Jm … 0 ➔ Ajustement …………………………	

4. Exemples d'ajustements : (Liaison entre un piston et une bielle) :



a) Liaison bielle/axe :

Désignation de l'ajustement : ....

Compléter le tableau :

	ARBRE :	ALESAGE : ....
Cote (mm)		
Ecart supérieur (mm)		
Ecart Inférieur (mm)		
IT (mm)		
Cote Maxi. (mm)		
Cote mini (mm)		

Sur le graphe suivant (page 38) et à l'échelle proposée, porter les tolérances de diamètre relatives aux deux pièces.

N.B. : Utiliser des rectangles de largeurs 10mm et de hauteur les étendues des intervalles de tolérances en micromètres.

Indiquer sur le même graphe (les serrages ou les jeux) maxi et mini, puis calculer leurs valeurs.

(µm)
30
20
10
Ligne " zéro"
0
-10
-20
-30

Calculer :

(Serrage ou jeu)

.... **Maxi** = ...

(Serrage ou jeu)

.... **mini** = ...

IT = ...

Nature de l'ajustement (avec jeu, avec serrage ou incertain) : ....

b) Liaison piston/axe :

Désignation de l'ajustement : ....

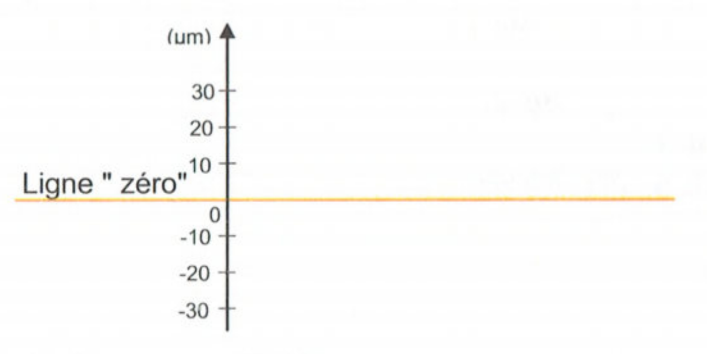
Compléter le tableau :

	ARBRE :	ALESAGE : ....
Cote (mm)		
Ecart supérieur (mm)		
Ecart Inférieur (mm)		
IT (mm)		
Cote Maxi. (mm)		
Cote mini (mm)		

Sur le graphe suivant et à l'échelle proposée, porter les tolérances de diamètre relatives aux deux pièces.

N.B. : Utiliser des rectangles de largeurs 10mm et de hauteur les étendues des intervalles de tolérances en micromètres.

Indiquer sur le même graphe (les serrages ou les jeux) maxi et mini, puis calculer leurs valeurs.



Calculer : (Serrage ou jeu) .... **Maxi** = ...

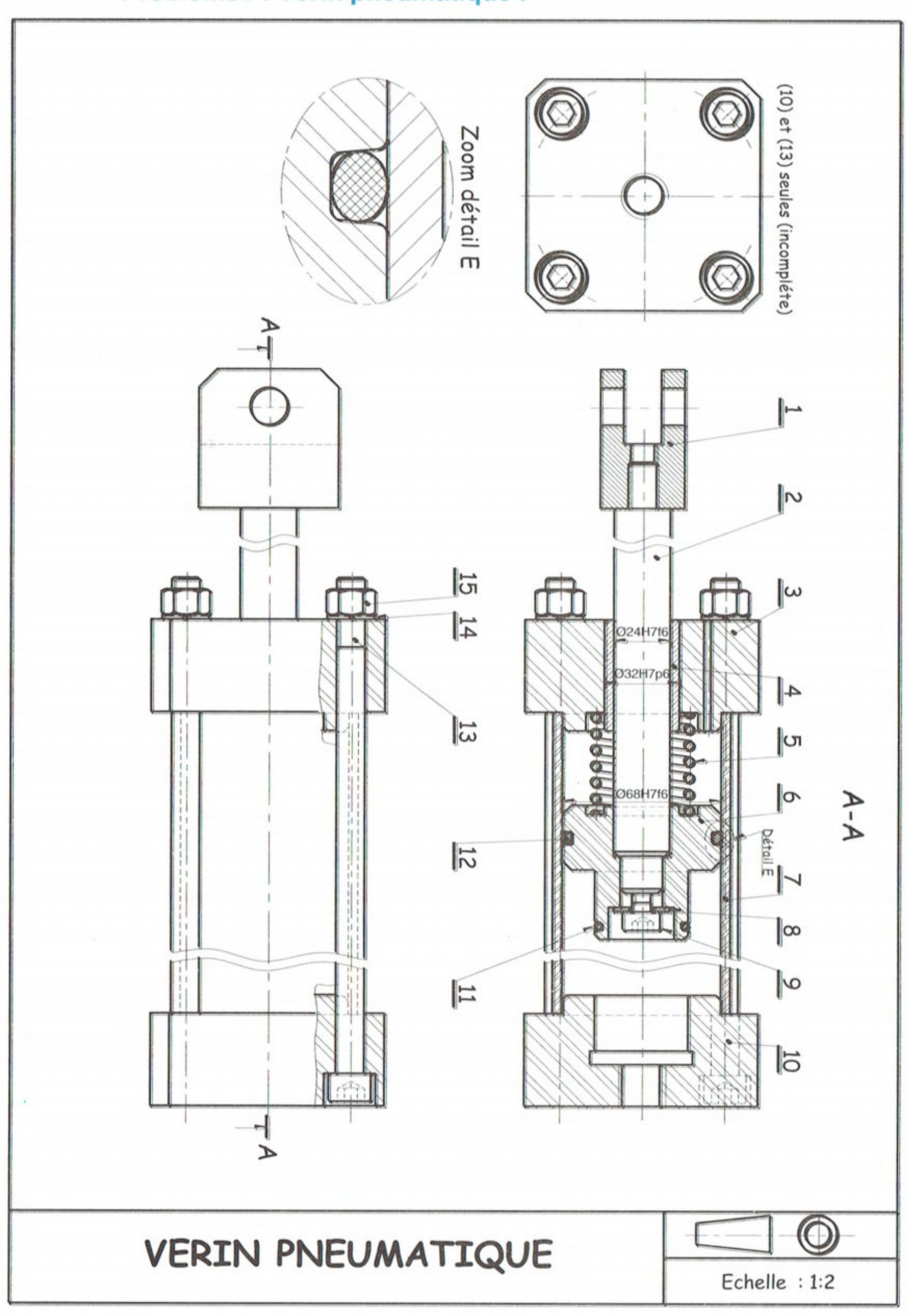
(Serrage ou jeu) .... **mini** = ...

IT = ...

Nature de l'ajustement (avec jeu, avec serrage ou incertain) : ....

V. Problèmes :

Problème1 : Vérin pneumatique :



A. Présentation :

Le dessin d'ensemble représente un **VERIN PNEUMATIQUE** utilisé sur un système de serrage.

B. Nomenclature :

Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
15	4	Ecrou hexagonal, M 12		
14	4	Rondelle, WZ 12		
13	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux,M12-120		
12	1	Joint torique, 59.69x5.33	NBR	Plastique
11	1	Joint torique, 34.59x2.62	NBR	Plastique
10	1	Fond arrière	Al Si 13	
9	1	Vis à tête cylindrique à six pans creux, M 8-25		
8	1	Rondelle plate type N – 12		
7	1	Cylindre	Al Mg Si 0.5	
6	1	Piston	Al Mg 6	
5	1	Ressort	X 30 Cr 13	Inoxydable
4	1	Coussinet	Cu Sn 8	
3	1	Fond avant	Al Si 13	
2	1	Tige du vérin	X 2 Cr 13	
1	1	Chape	C 22	Trempé

C. Travail demandé :

1. Lecture d'un dessin d'ensemble :

a) Expliquer la désignation normalisée des pièces suivantes.

8 : ....

9 : ....

11 :..

14 : ....

15 :..

b) Indiquer le type de ce vérin : ....

c) Décrire brièvement le fonctionnement de ce vérin.

....

....

d) Justifier l'existence du trou réalisé sur le fond avant (3).

....

e) Expliquer les désignations suivantes des matériaux.

- Fond avant (3) en **Al Si 13** : ....
- Coussinet (4) en **Cu Sn 8** : ....
- Ressort (5) en **X 30 Cr 13** : ....
- Piston (6) en **Al Mg 6** : ....

2. Tolérances dimensionnelles :

a) En se référant aux dessins de définition du fond avant (**3**) et du coussinet (**4**), définir et déterminer les éléments des ces cotes tolérancée :

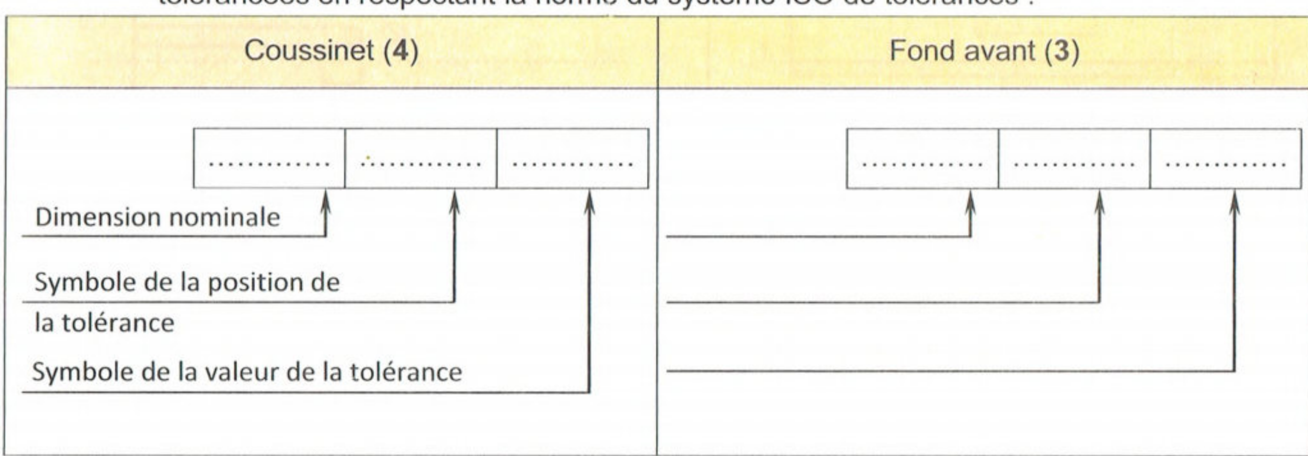
Coussinet (**4**)	
Type de la surface :	....
Cote nominale :	....
Ecart supérieur :	....
Ecart inférieur :	....
Cote maximale :	....
Cote minimale :	....
Intervalle de tolérance :	....

$Ø32\ ^{+0,042}_{+0,026}$

Fond avant (**3**)	
Type de la surface :	....
Cote nominale :	....
Ecart supérieur :	....
Ecart inférieur :	....
Cote maximale :	....
Cote minimale :	....
Intervalle de tolérance :	....

$Ø32\ ^{+0,025}_{0}$

b) En se référant aux tableaux des principaux écarts en micromètres, déterminer les cotes tolérancées en respectant la norme du système ISO de tolérances :



c) Installer ces cotes tolérancées équivalentes sur les dessins de définition des pièces.

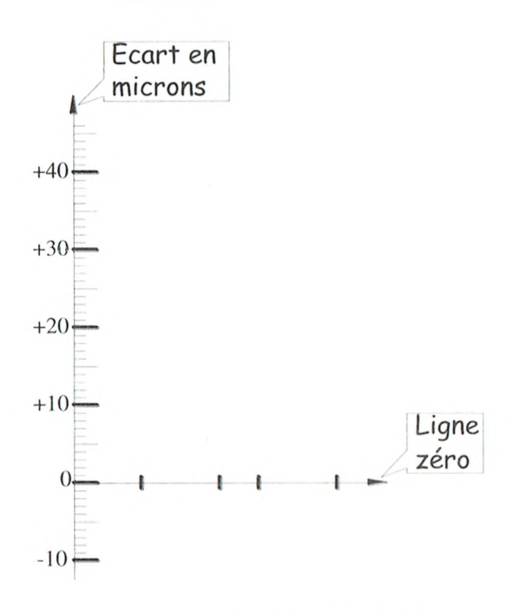
d) En se référant au dessin d'ensemble, on s'intéressant aux ajustements relatifs aux assemblages suivants :

- fond avant (3) et du coussinet (4) :..............................
- coussinet (4) et tige du vérin (2) :..............................

- Sur le graphe suivant et à l'échelle proposée, porter les tolérances de diamètre relatives aux pièces de chaque assemblage.

N.B. : Utiliser des rectangles de largeurs 10mm et de hauteur les étendues des intervalles de tolérances en micromètres.

- Indiquer sur le même graphe (les serrages ou les jeux) maxi et mini, puis calculer leurs valeurs.



Ajustement 3/4

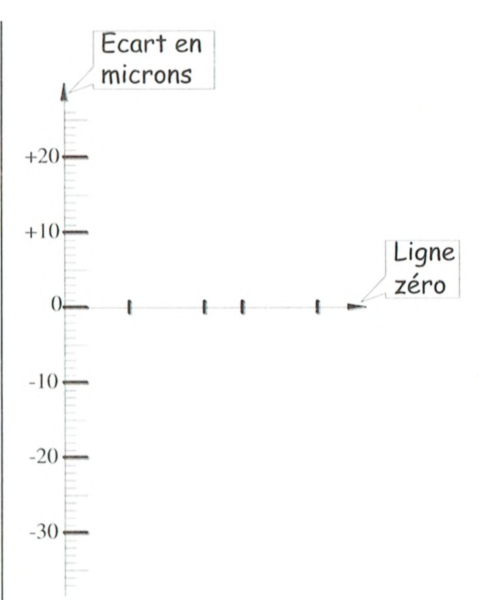
Calcul :

....

....

....

....



Ajustement 4/2

Calcul :

....

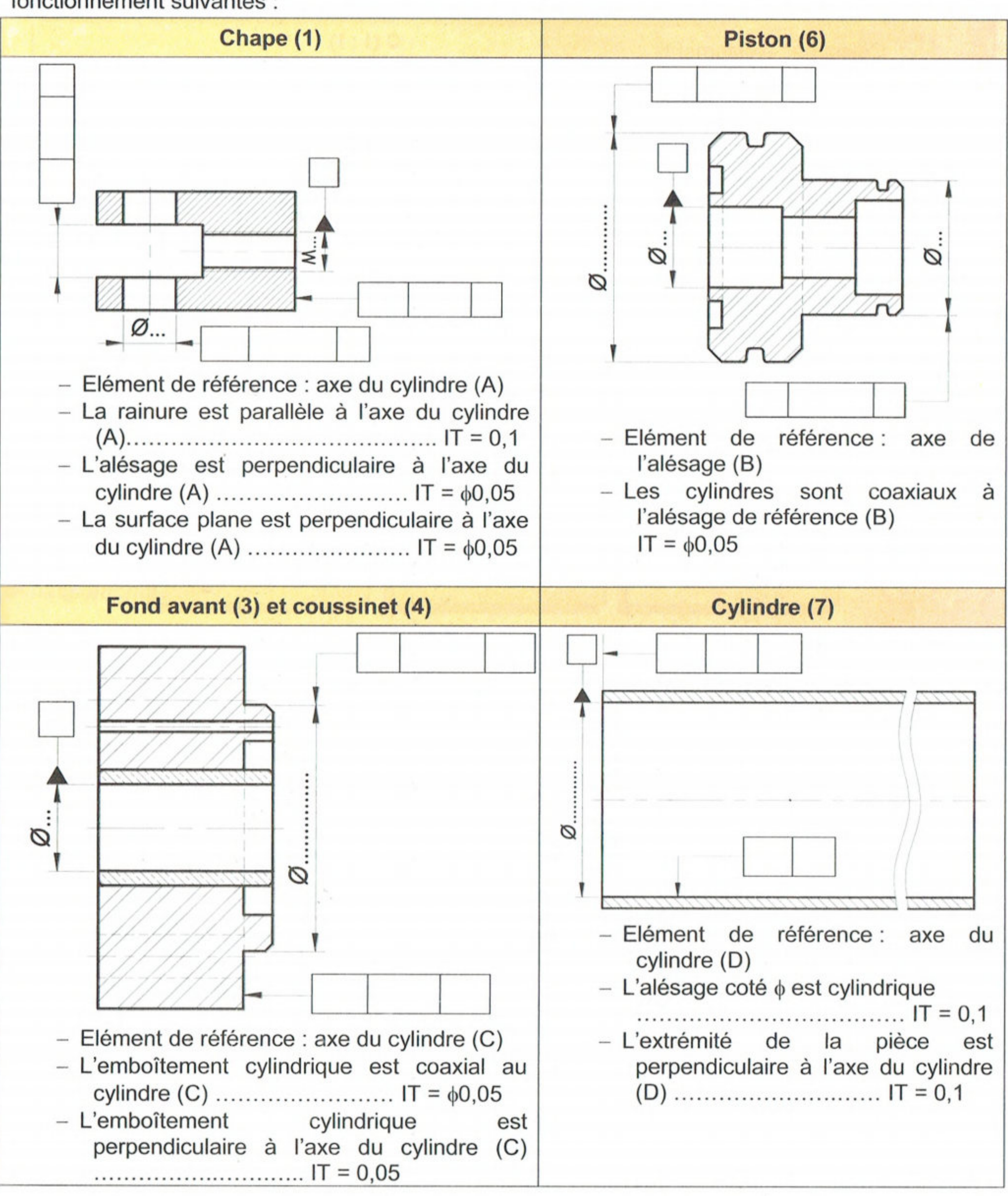
....

....

....

3. Tolérances géométriques :

Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :



Chape (1)

- Elément de référence : axe du cylindre (A)
- La rainure est parallèle à l'axe du cylindre (A)... IT = 0,1
- L'alésage est perpendiculaire à l'axe du cylindre (A) .... IT = ϕ0,05
- La surface plane est perpendiculaire à l'axe du cylindre (A) .... IT = ϕ0,05

Piston (6)

- Elément de référence : axe de l'alésage (B)
- Les cylindres sont coaxiaux à l'alésage de référence (B) IT = ϕ0,05

Fond avant (3) et coussinet (4)

- Elément de référence : axe du cylindre (C)
- L'emboîtement cylindrique est coaxial au cylindre (C) .... IT = ϕ0,05
- L'emboîtement cylindrique est perpendiculaire à l'axe du cylindre (C) .... IT = 0,05

Cylindre (7)

- Elément de référence : axe du cylindre (D)
- L'alésage coté ϕ est cylindrique .... IT = 0,1
- L'extrémité de la pièce est perpendiculaire à l'axe du cylindre (D) .... IT = 0,1

Problème2 : Main de robot à 2 doigts.

Reprenant Problème1 : Main de robot à 2 doigts. page 24

1. Compléter le tableau suivant de l'ajustement relatif à la crémaillère (24) et au coussinet (25).

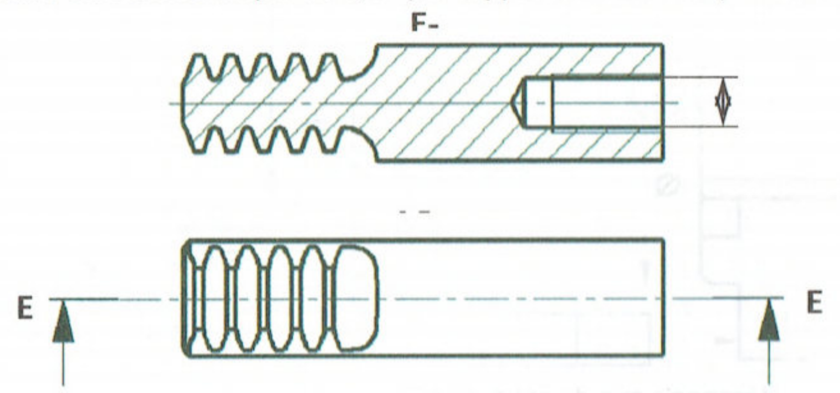
Calcul des ajustements		
Ø 16 H8/f7	Alésag	Arbre
	mm	mm
Cote tolérancée		
Intervalle de tolérance		
Cote MAXI		
Cote mini		
Jeu MAXI		
Jeu mini		

C (1 : 1)
17
25
24
Ø16 H8/f7 (E)
H8 +27 0
Ecarts en micromètre 16
f7 -16 -34

Type d'ajustement (encercler la bonne réponse):

Avec jeu | **Incertain** | **Avec serrage**

2. Inscrire sur le dessin suivant de la crémaillère (24) :
- La cote tolérancée relative à l'ajustement précédent
- La surface extérieure doit être cylindrique de 0,05
- Le perçage doit être concentrique de 0,04 par rapport à la surface précédente.



3. L'ajustement entre le doigt et l'axe (16) est Ø 9 H7/g6, indiquer la cote tolérancée de chaque pièce et le type d'ajustement.

Cote de l'axe (16): ....

Cote du doigt: ....

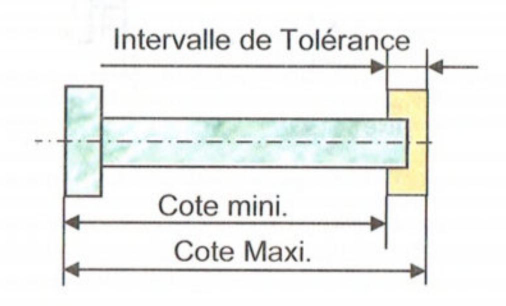
Type d'ajustement: ....

Leçon 4 : Cotation fonctionnelle.

I. Généralités :

1. Rappel :

Etant donné l'imprécision des procédés de fabrication (fraisage, tournage ...), on tolère que les cotes réalisées, en théorie égales à la cote nominale, soient comprises entre une cote Maximale et une cote minimale.



2. Nécessite de la cotation fonctionnelle :

Un mécanisme est construit à partir de pièces en liaison les unes avec les autres. Pour que ce mécanisme fonctionne, des conditions fonctionnelles doivent être assurées ***: Jeu, serrage, retrait, dépassement ...***

Ces conditions fonctionnelles sont susceptibles d'être modifiées en fonction des dimensions de certaines pièces.

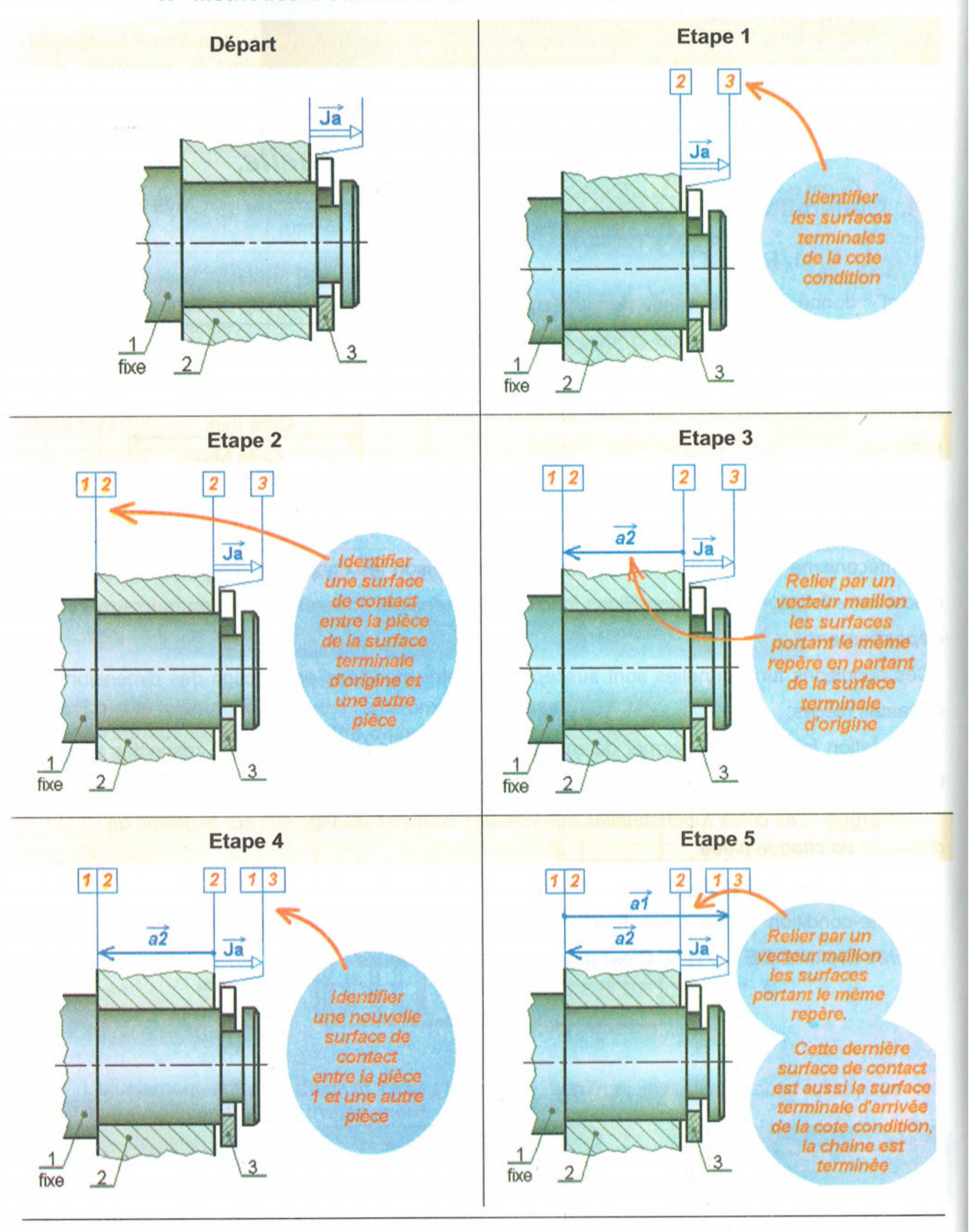
La cotation fonctionnelle permet de rechercher ***les cotes fonctionnelles*** à respecter **afin que les conditions fonctionnelles soient assurées.**

* *Remarque : Les cotes fonctionnelles déterminées sont ensuite inscrites sur le dessin de définition de chaque pièce.*

II. Chaines de cotes :

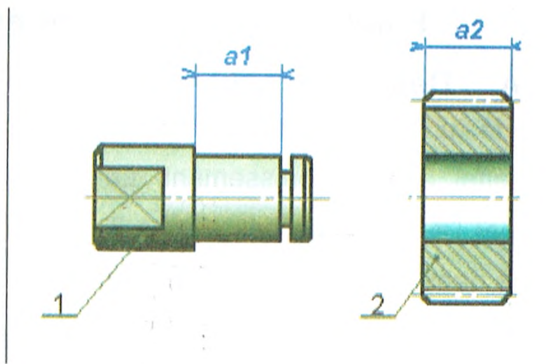
La cote-condition et les cotes fonctionnelles associées sont représentées ***dans une chaîne appelée CHAINE DE COTES. C'est une somme de vecteurs.***

1. Méthodes d'établissement d'une chaine de cotes :



2. Conséquences sur les pièces :

Chaque maillon d'une chaîne de cotes est une dimension locale d'une pièce. Ainsi chaque maillon doit se retrouver sur le dessin de définition de la pièce dont il dépend.



3. Calculs sur les chaînes de cotes :

Relations générales :

J max *= (Σ maillons de même sens que J) max- (Σ maillons opposés à J) min*

J min *= (Σ maillons de même sens que J) min- (Σ maillons opposés à J) max*

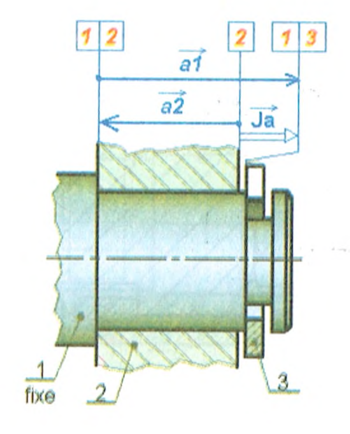
Il est impératif que :

Somme des IT des maillons = J max - J min

Dans le cas de notre exemple :

Ja max *= a1 max- a2 min*

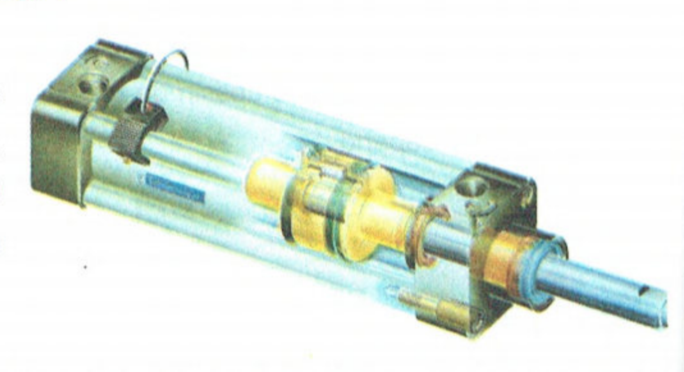
Ja min *= a1 min- a2 max*



III. Problèmes :

Problème 1 : Vérin double effet :

A. Description du vérin :



Le vérin présenté ci-contre est un vérin double effet avec amortissement. Le piston, réalisé par l'assemblage des pièces 3, 4, 5, 9 est guidé dans le corps 1 par l'intermédiaire du coussinet 12.

Objet de l'étude

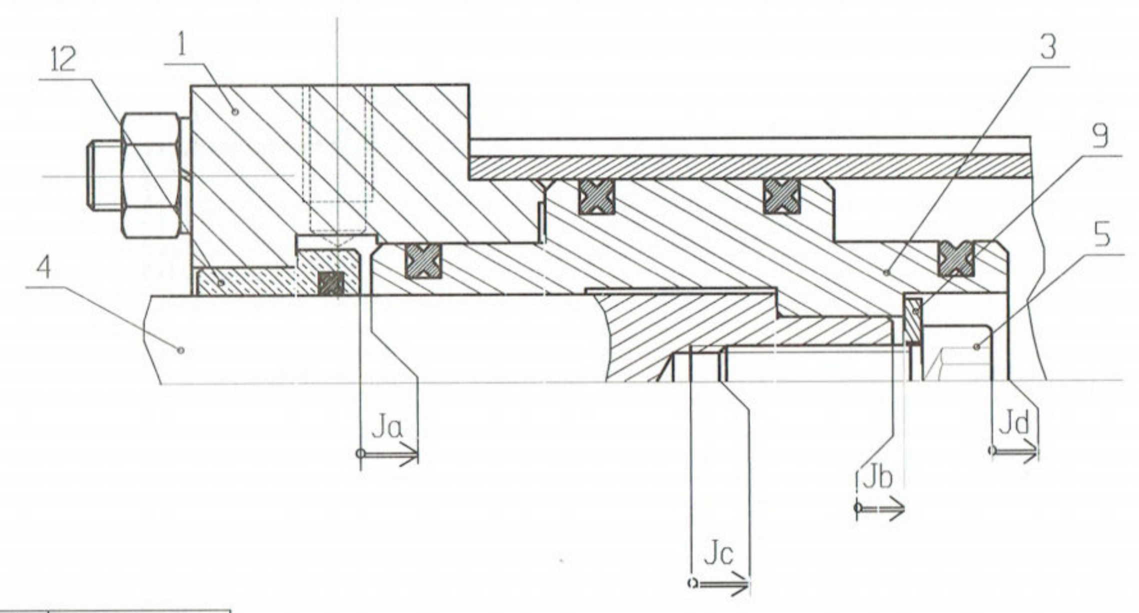
Certains jeux fonctionnels (qui permettent un fonctionnement correct du mécanisme) ont été mis en place. Le but de l'étude est de mettre en place les chaînes de cotes relatives à chacun de ces jeux et de calculer les cotes manquantes.

B. Travail demandé :

1. Tracé des chaînes de cotes

Tracer les chaînes de cotes relatives aux différents jeux. Pour cela:

- Utiliser une couleur par chaîne de cote.
- Nommer les différentes cotes (ex: la cote de la pièce 3 relative au jeu Ja est a3).



Rep.	Désignation
12	Coussinet
9	Rondelle
5	Vis CHC
4	Tige
3	Piston
1	Corps

2. Utilité des conditions fonctionnelles Ja, Jb, Jc, Jd

Pour chacun de ces jeux fonctionnels, donner leur fonction (la raison de leur existence).

Ja :...

Jb : ....

Jc : ....

Jd : ....

3. Calcul d'une cote

On donne : $J_a = 2^{+1}_{-0,5}$ mm $a_{12} = 12^{+0,5}_{0}$mm $a_1 = 31^{\pm0,2}$mm

- Ecrire la relation donnant le jeux Ja en fonction des cotes fonctionnelles constituant la chaîne.

Jeu a : ....

- En déduire l'expression de Ja mini, et Ja maxi.

....

....

- En déduire la valeur de a3 mini et a3 maxi.

....

....

- Reporter cette cote tolérancée chiffrée sur le dessin de définition du piston 3, sachant que sa cote nominale est de 16 mm.

4. Définition partielle de pièces

Reporter toutes les cotes concernant le piston 3 et la tige 4 qui participent à la réalisation des jeux J_a, J_b, J_c et J_d. Si certaines ne sont pas chiffrées, garder leur expression littérale (c3, b4,…).

5. Calcul d'un IT

L'intervalle de tolérance sur la rondelle 9 et sur la vis 5 est de 0,18:

IT d_9 = 0,18 mm IT d_5 = 0,18 mm

On veut que le jeu J_d soit $2^{\pm0,2}$, déduire l'intervalle de tolérance de la cote d3 pour respecter ce jeu fonctionnel.

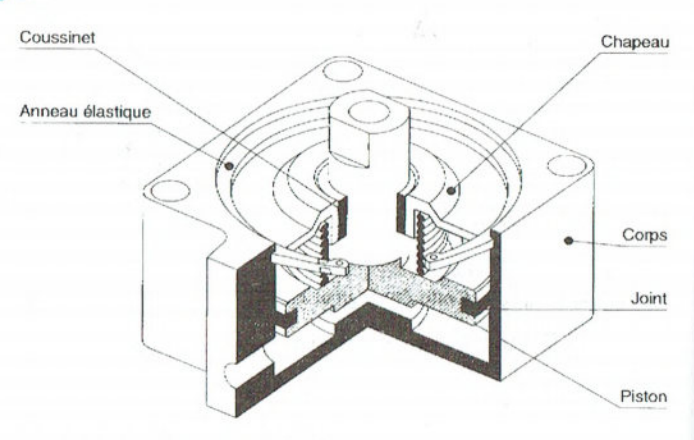
....

....

Problème 2 : Vérin de serrage:

A. Le besoin :

Le vérin de serrage peut être utilisé pour différentes applications, notamment dans un système d'ablocage de pièces mécaniques destinées à être usinées.



B. Données techniques :

- Force de serrage: F= 106 N.
- Course maximale du piston: c = 10 mm.
- Energie d'alimentation: air comprimé (pression: p = 6 bars = 0,6 MPa).
- Raccordement au réseau d'air comprimé par raccord normalisé.
- Fixation sur un plan perpendiculaire à la direction de serrage.

Piston 2

$\varnothing 30^{0,5}_{0}$ — $4^{+0,3}_{0}$ — $9 \pm 0,1$ — 2

Circlips 7

2h11

$2\ h11 = 2^{0}_{-0,06}$

Chapeau 3 + Coussinet 6 A-A

6 — 3 — $5 \pm 0,2$ — $4 \pm 0,25$ — $\varnothing 23^{0}_{-0,5}$

$J_a = 10^{+IT}_{0}$ mm

$J_b = 0,2^{+IT}_{0}$ mm

$J_c = 0,5^{+IT}_{0}$ mm

$J_d = 0,5^{+IT}_{0}$ mm

IT a_1 = 0,5 mm

IT b_1 = 0,4 mm

IT c_2 = 0,4 mm

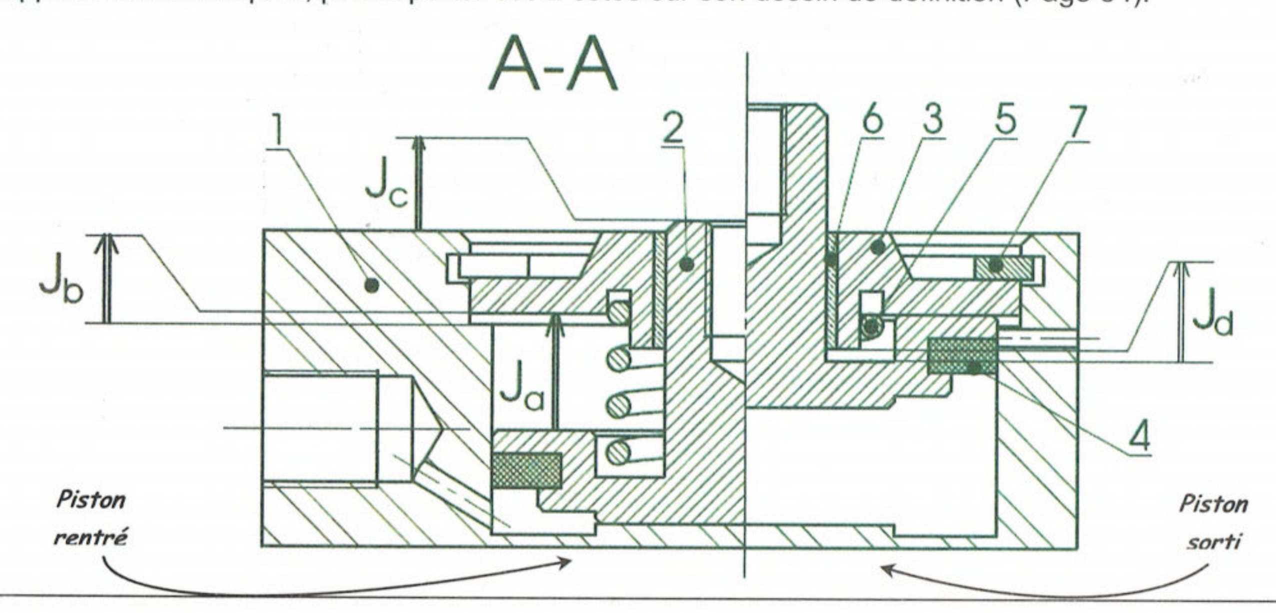
IT d_3 = 0,2 mm

C. Plan d'ensemble du vérin :

Rep	Nb	Désignation
7	1	Circlips
6	1	Coussinet
5	1	Ressort
4	1	Joint
3	1	Chapeau
2	1	Piston
1	1	Corps

D. Objectif:

Calculer, à partir de jeux nécessaires au bon fonctionnement, deux cotes tolérancées appartenant au corps 1, puis reporter ces 2 cotes sur son dessin de définition (Page 54).



E. Travail demandé :

Question 1: Justifier la nécessité des cotes conditions Ja, Jb, Jc, Jd.

Ja: ....

....

Jb: ....

....

Jc: ....

....

Jd: ....

....

Question 2:

- Tracer la chaîne de cotes liée à J_a
- Ecrire l'équation vectorielle exprimant J_a en fonction de a_1, a_2, a_3, a_7.

....

- Ecrire les équations algébriques donnant: Ja_{max} et Ja_{min}

....

....

1

2

J_a

- En consultant le Dossier Technique, retrouver les cotes a_2, a_3, a_7 tolérancées:

ITa_1 = ... a_2= ..... a_3= ..... a_7= ..... Ja_{min} = ...

- Calculer $a_{1\,min}$, $a_{1\,max}$, Ja_{max}, et en déduire l'IT de Ja.

....

....

....

....

....

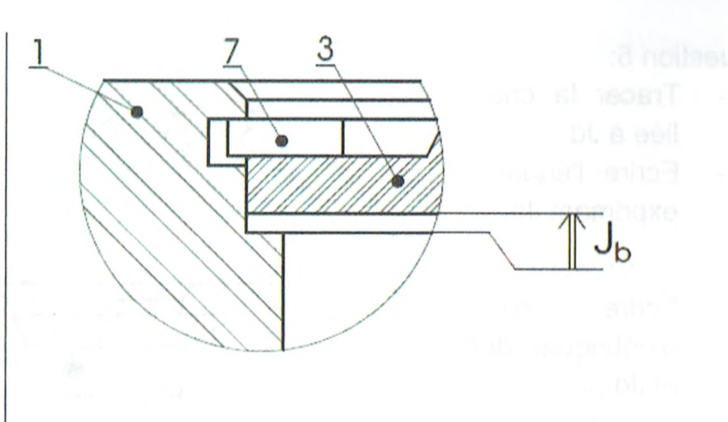
$a_{1\,min}$ = ... $a_{1\,max}$ = ... Ja_{max} = ... IT Ja = ...

Question 3:

- Tracer la chaîne de cotes liée à Jb
- Ecrire l'équation vectorielle exprimant Jb.

....

- Ecrire les équations algébriques donnant: Jb_{max} et Jb_{min}



....

....

- Calculer $b_{1\ min}$, $b_{1\ max}$, Jb_{max}, et en déduire l'IT de Jb.

....

....

....

....

....

$b_{1\ min}$ = ... $b_{1\ max}$ = ... Jb_{max} = ... IT Jb = ...

Question 4:

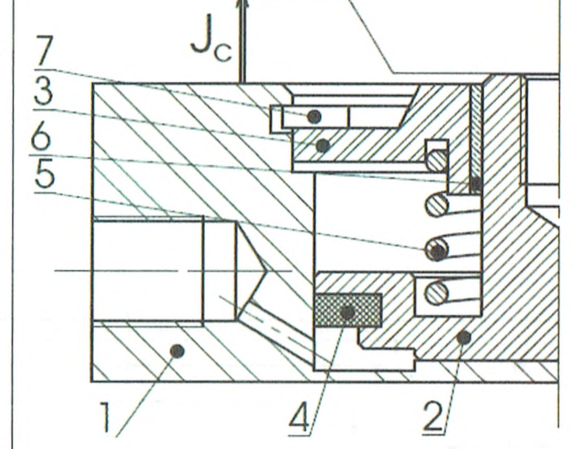
- Tracer la chaîne de cotes liée à Jc
- Ecrire l'équation vectorielle exprimant Jc.

....

- Ecrire les équations algébriques donnant: Jc_{max} et Jc_{min}

....

....



- Calculer $c_{2\ min}$, $c_{2\ max}$, Jc_{max}, et en déduire l'IT de Jc.

....

....

....

....

....

$c_{2\ min}$ = ... $c_{2\ max}$ = ... Jc_{max} = ... IT Jc = ...

Question 5:

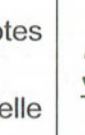
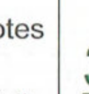
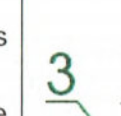
- Tracer la chaîne de cotes liée à Jd
- Ecrire l'équation vectorielle exprimant Jd.

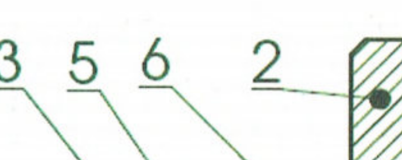
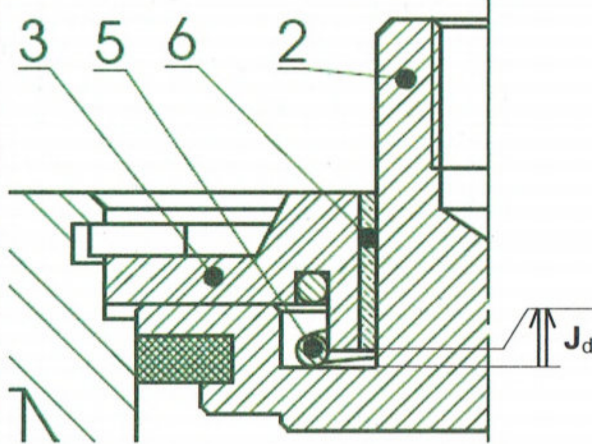
……………………………………………

- Ecrire les équations algébriques donnant: Jd_{max} et Jd_{min}

……………………………………………

……………………………………………

- Calculer $d_{3\,min}$, $d_{3\,max}$, Jd_{max}, et en déduire l'IT de Jd.

……

……

……

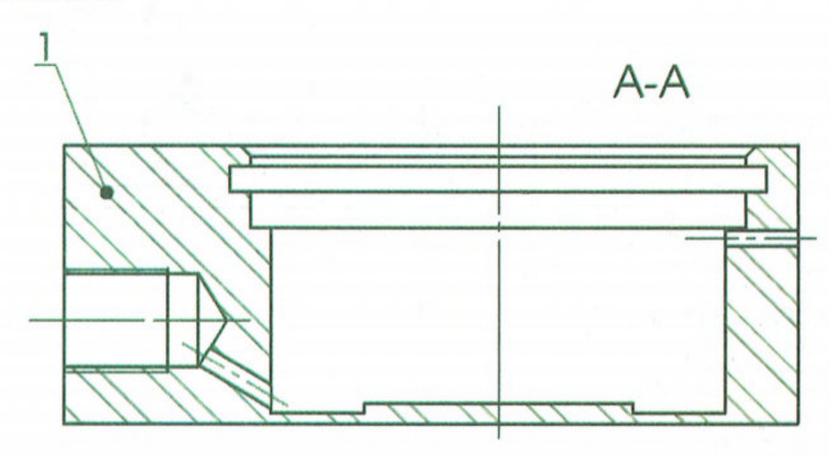
……

……

$d_{3\,min}$ = ……. $d_{3\,max}$ = ……. Jd_{max} = ……. IT Jd = …….

Question 6:

Sachant que la cote nominale de a_1 calculée à la question 2 est de 25,5 mm, et que celle de b_1 calculée à la question 3 est de 6,4 mm. Coter le dessin de forme du corps 1 ci-dessous avec ces deux cotes tolérancées.

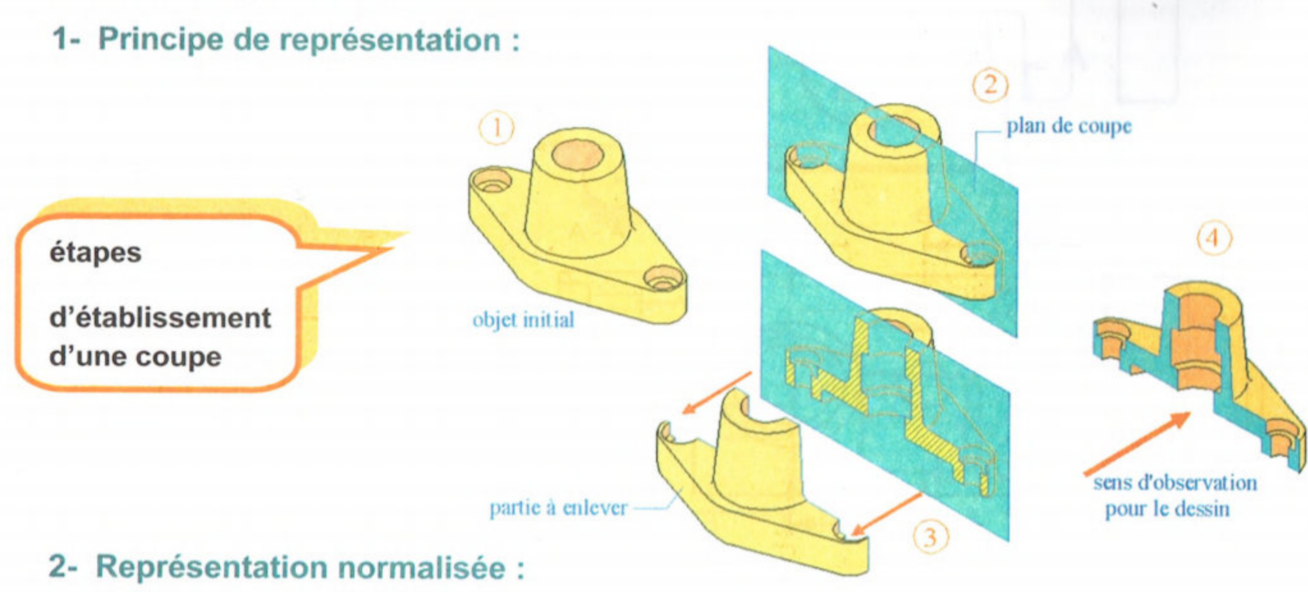


Leçon 5 : Dessin de définition.

I. Généralité :

A. La coupe simple :

1- Principe de représentation :



2- Représentation normalisée :

A

A-A

Vue en coupe

Vue non coupée

A

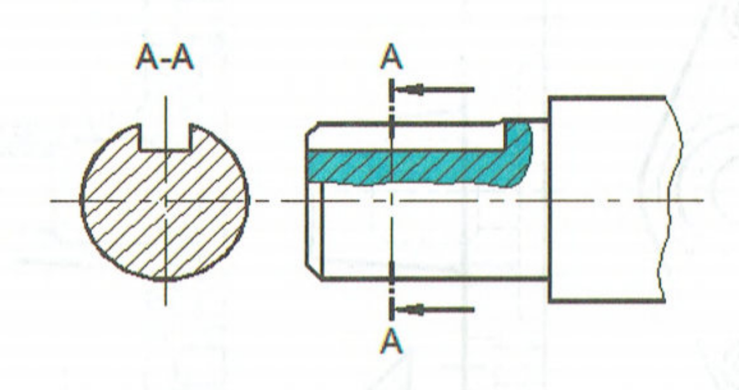
REMARQUE: En général, on ne dessine pas les contours cachés, ou traits interrompus courts, dans les vues en coupe, sauf si ceux-ci sont indispensables à la compréhension.

Les hachures mettent en évidence les parties coupées des coupes.

3- Exemples :

B.Coupe partielle :

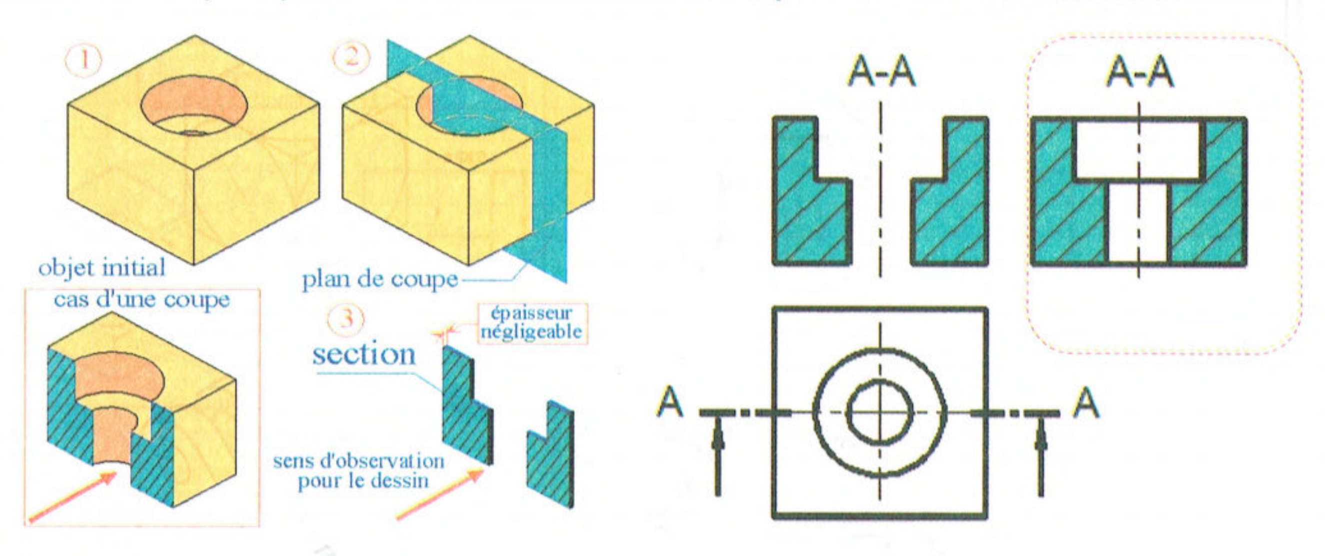
Représentation normalisée :



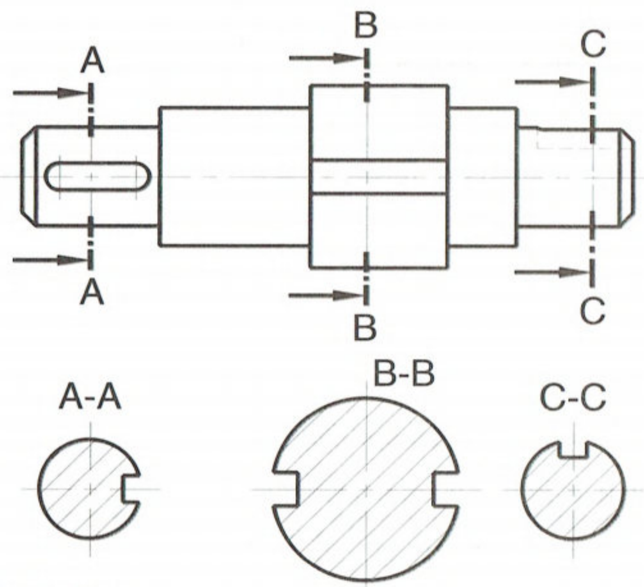
C. Sections sorties :

1- Principe représentation :

2- représentation normalisée :

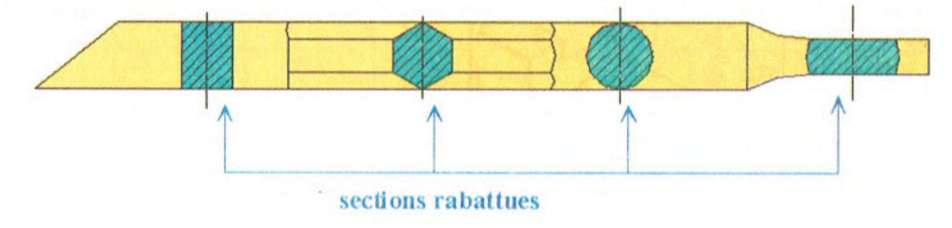


3- Exemple :



D. Sections rabattues :

Ce sont des sections particulières dessinées en trait continu fin directement sur la vue choisie. Les indications (plan de coupe, sens d'observation, désignation) sont en général inutiles. Pour plus de clarté, il est préférable d'éliminer ou "gommer" les formes de l'objet vues sous la section.



sections rabattues

E. Les perspectives :

Noms	Perspective cavalière	Perspective isométrique
Représentations		
Dimensions caractéristiques	a=0.5 × dimension réelle b,c : dimension réelle, α=45°	a=b=c=0.82 × dimension réelle $\alpha=\beta=\gamma=120°$

II. Exercices

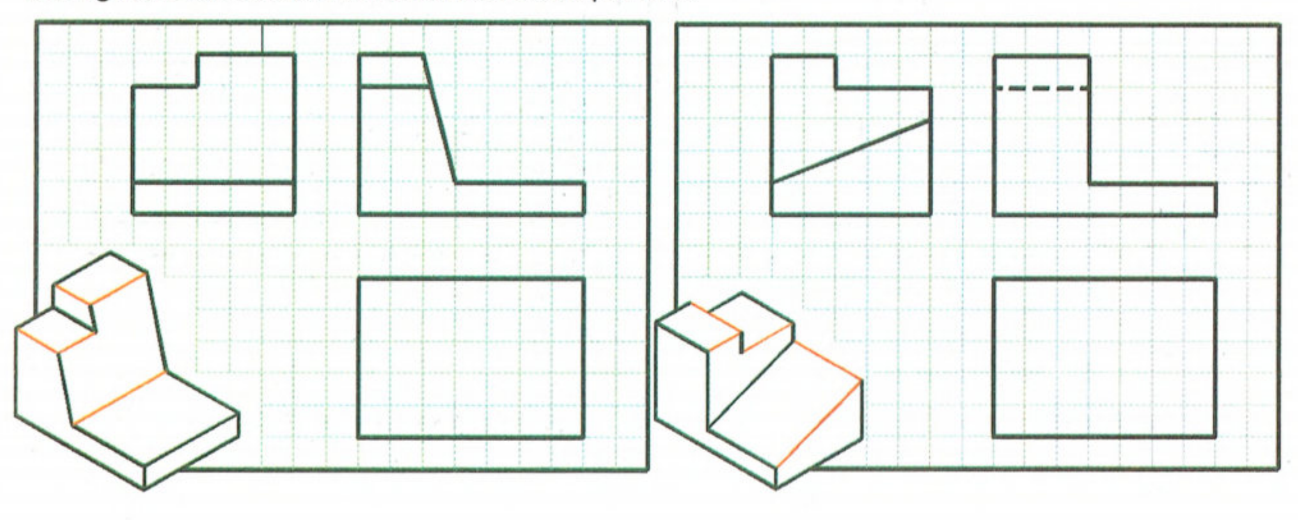
1. Exercice n°1 :

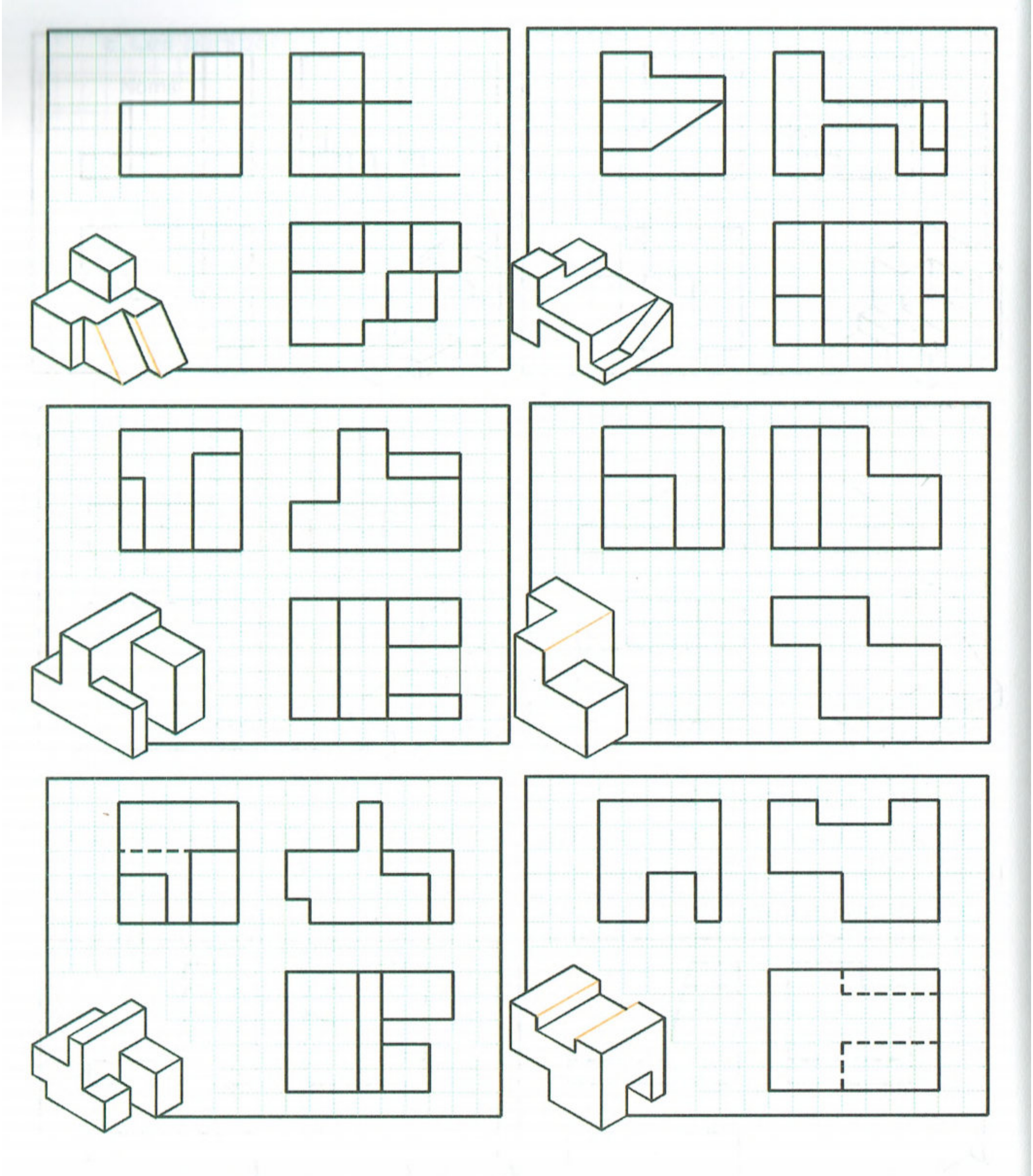
Les lignes en rouge sur le dessin isométrique ne sont pas représentées sur une des vues de l'objet. Compléter la vue à laide des vues adjacentes.

2. Exercice n°2 :

Les lignes en rouge sur le dessin isométrique ne sont pas représentées sur une des vues de l'objet. Compléter la vue à laide des vues adjacentes.

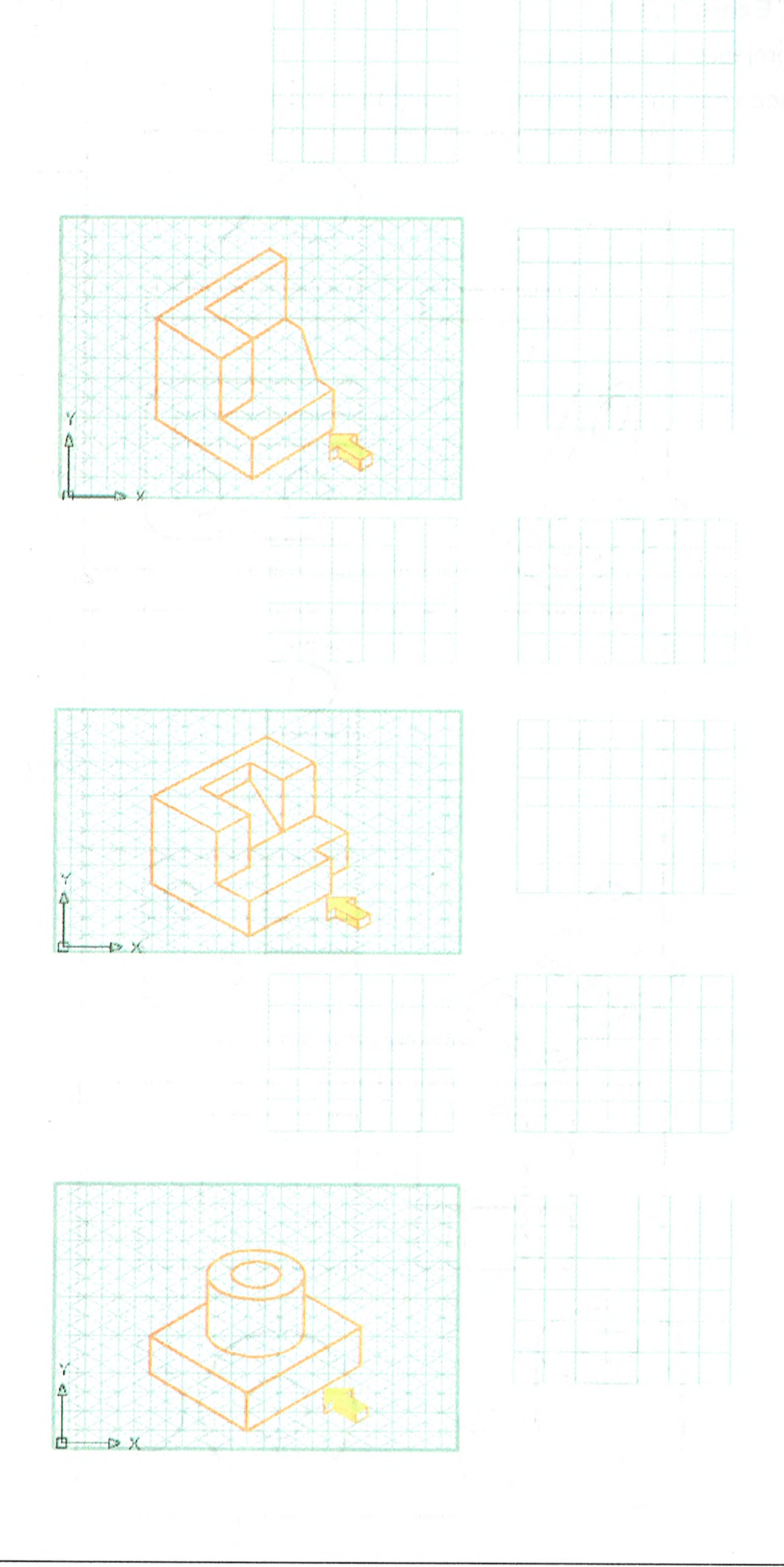
Les lignes cachées doivent être tracées en pointillé.





3. Exercice n°3 :

A partir du dessin isométrique, dessine les projections orthogonales à vues multiples.

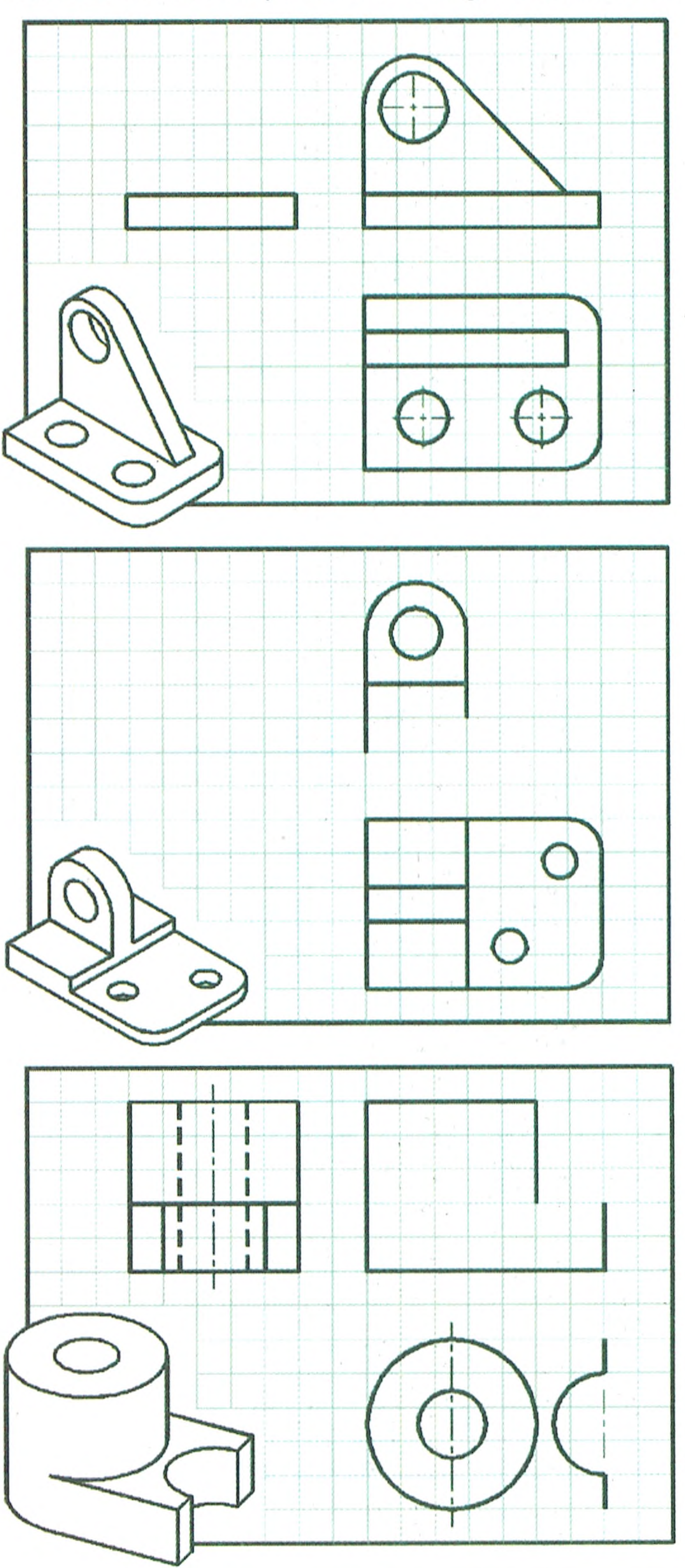


Y
X
Y
X
Y
X

4. Exercice n°4 :

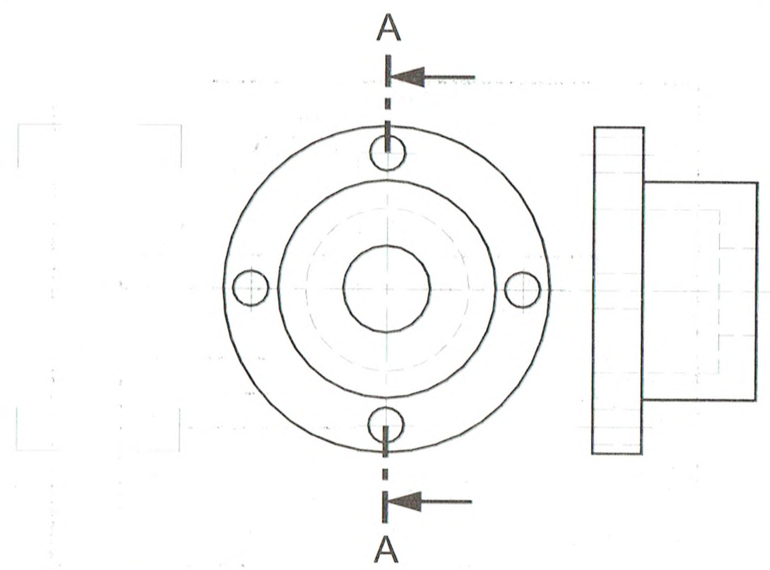
Compléter les projections suivantes.

Les lignes cachées doivent être tracées en pointillé et les lignes d'axe en traits mixtes



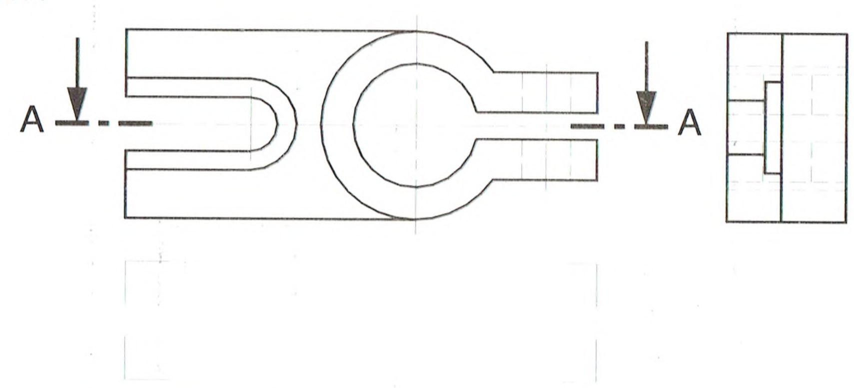
5. Exercice n°5 :

Faire la coupe A-A



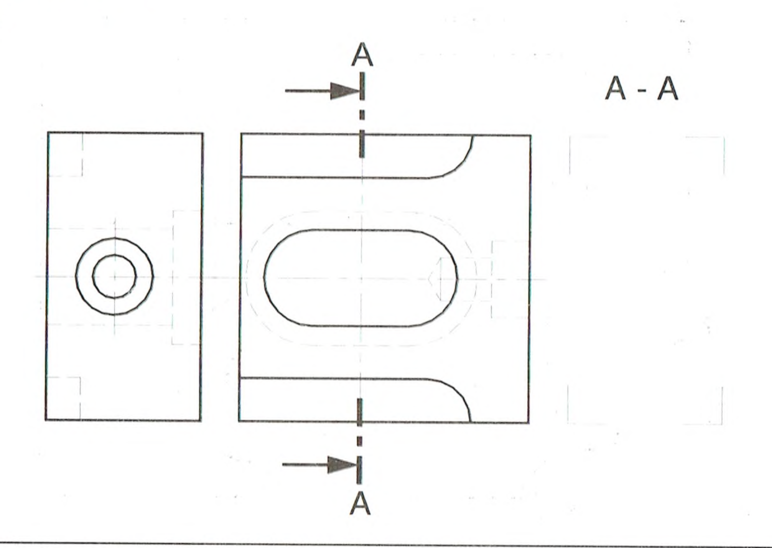
6. Exercice n°6 :

Faire la coupe A-A



7. Exercice n°7 :

Faire la coupe A-A



8. Exercice n°8 :

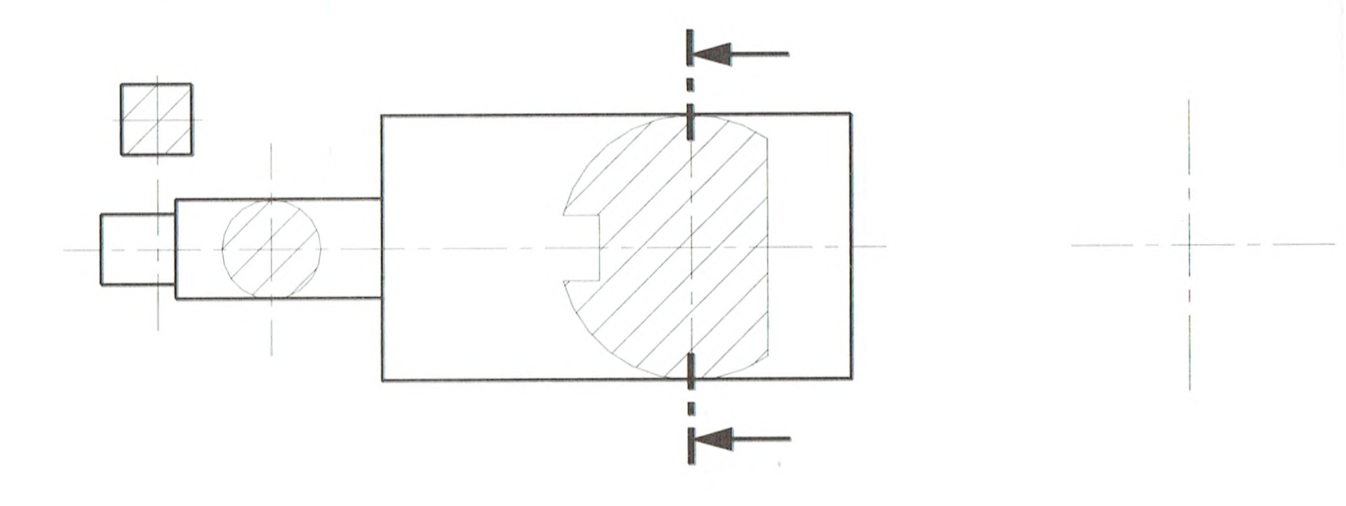
Représenter les deux sections sorties

9. Exercice n°9 :

En s'aidant des différentes sections :

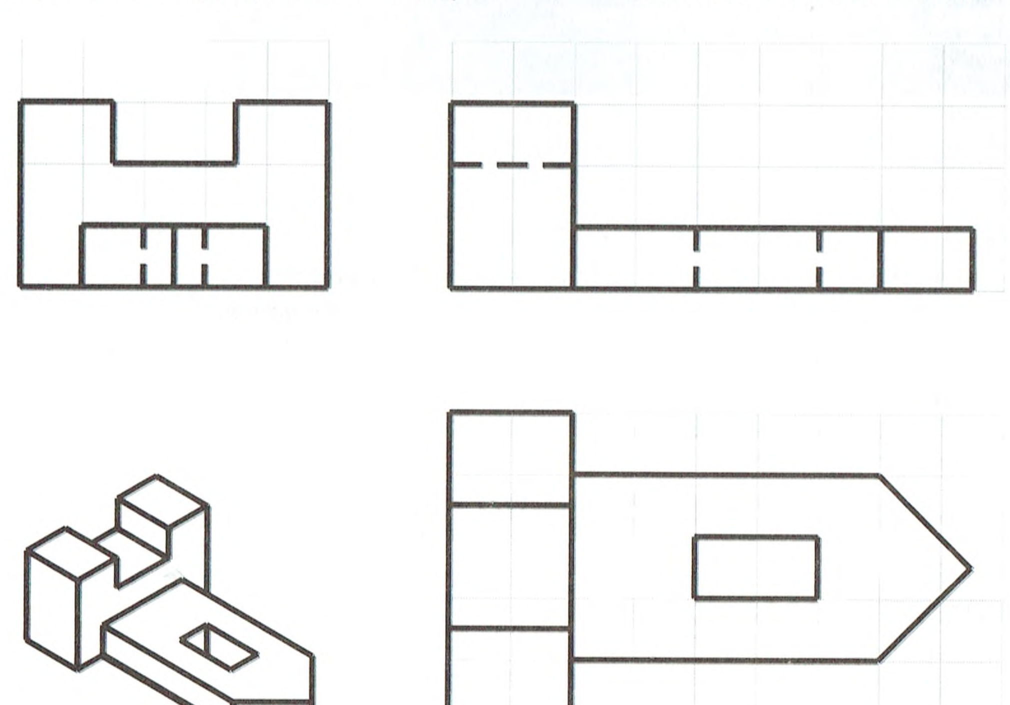
Compléter la vue face

Représenter la vue de gauche



10. Exercice n°10 :

Coter la projection orthogonale à vues multiples Echelle : 1 carreau = 4 mm



Objectifs :

- *Modéliser une liaison ;*
- *Compléter un schéma cinématique ;*
- *Analyser des solutions constructives assurant une liaison ;*
- *Proposer des solutions constructives assurant une liaison ;*
- *Représenter partiellement ou totalement une solution constructive relative à une liaison.*

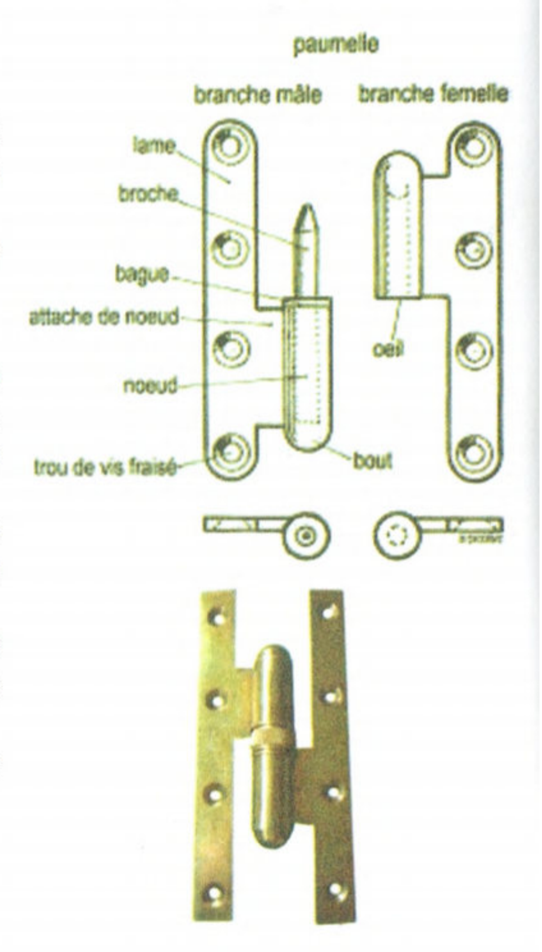
Leçon 6 : Schéma cinématique.

I- Les liaisons mécaniques.

A. Définition d'une liaison :

une liaison est un ensemble de surfaces de contact destinés à supprimer certains mouvements et à en conserver d'autre.

Les mouvements possibles sont appelés MOBILITES ou DEGRES DE LIBERTE.



Exemple : Une porte est en liaison pivot avec son chambranle. Ce sont les gonds qui réalisent cette liaison. Elle n'a qu'un seul degré de liberté : c'est une rotation autour de l'axe des gonds.

Mais on peut aussi constater que l'on peut dégonder une porte, c'est-à-dire réaliser une translation verticale de la porte.

Mais si l'on réalise ce mouvement, la liaison est supprimée car il y a perte du contact des appuis plans des gonds !

En fait, c'est le poids de la porte qui assure ces contacts plans et s'oppose au mouvement de translation.

B. Identification d'une liaison :

Il existe 2 solutions pour identifier la liaison qui existe entre 2 pièces.

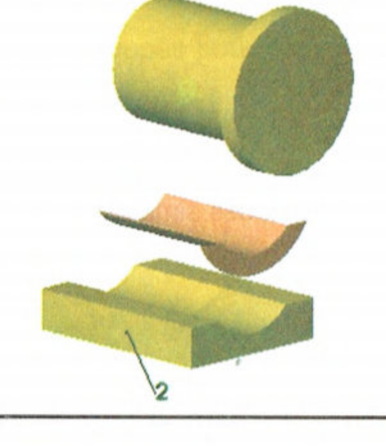
Solution 1 :

Identifier la géométrie de contact de ces 2 pièces.

En considérant la géométrie du contact des surfaces de mise en position de la porte sur son chambranle.

L'étude et la recherche d'une géométrie de contact équivalente ou similaire entre des solides élémentaires permet de mieux comprendre la liaison.

Contacts : surfacique cylindrique et surfacique plan

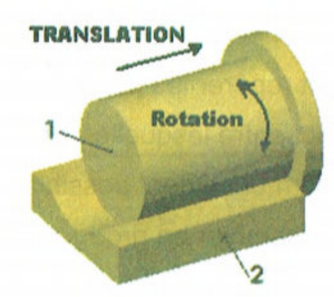


Solution 2 :

Identifier les mouvements possibles de la pièce mobile par rapport à la pièce support tout en gardant le contact.

L'étude et le recensement des mobilités restantes permet de savoir quels sont les degrés de liberté supprimés et ceux qui ne le sont pas.

Mouvement : rotation de la porte



Pour le cas 1 et le cas 2

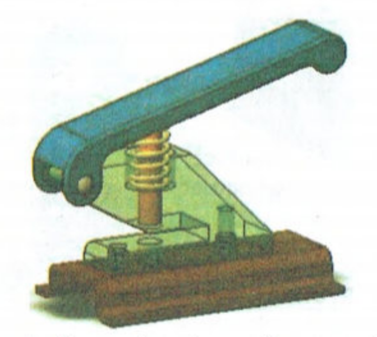
A chaque combinaison de degrés de liberté correspond une liaison et une seule. Ainsi, seule la **liaison pivot** supprime 5 mobilités et conserve **la rotation**.

II- Le schéma cinématique

1- Définition d'un schéma cinématique :

C'est l'image simplifié d'un mécanisme, qui rend compte de la cinématique ou des mouvements possibles des solides ou groupes de solides.

Exemple : perforatrice



Représentation volumique d'une perforatrice

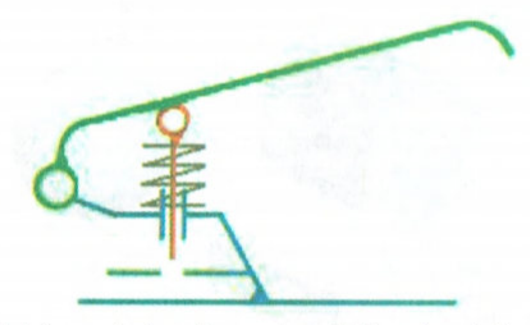
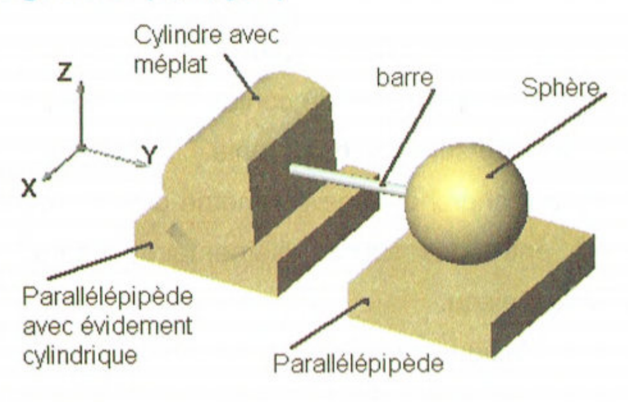


Schéma cinématique des différentes liaisons mécaniques de cette perforatrice

2- Méthode de construction d'un schéma cinématique.

a- Choisir un repère général (0, x, y, z)

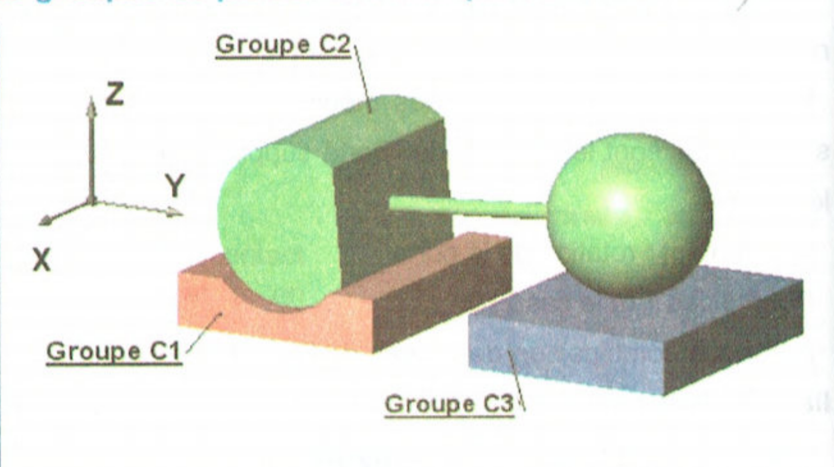
Exemple : mécanisme réalisé à partir de pièces simples.



b- Repérer les groupes de pièces cinématiquement liées

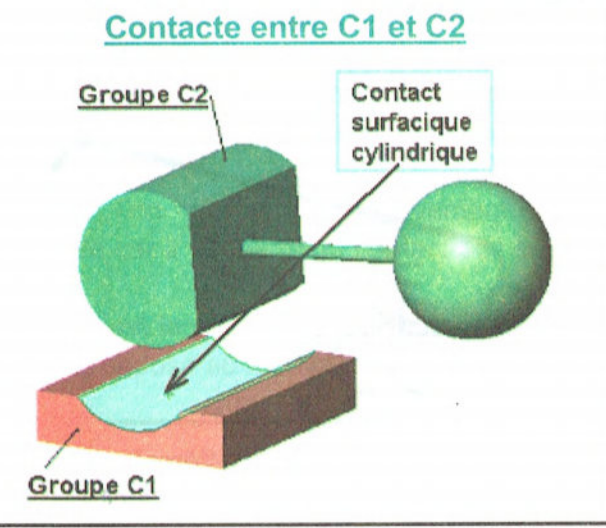
Il faut repérer les pièces en contact entre lesquelles il n'y a pas de mouvement possible et les rassembler en groupes cinématique

Remarque en à utilisé des couleurs différentes pour distinguer les groupes cinématiques.

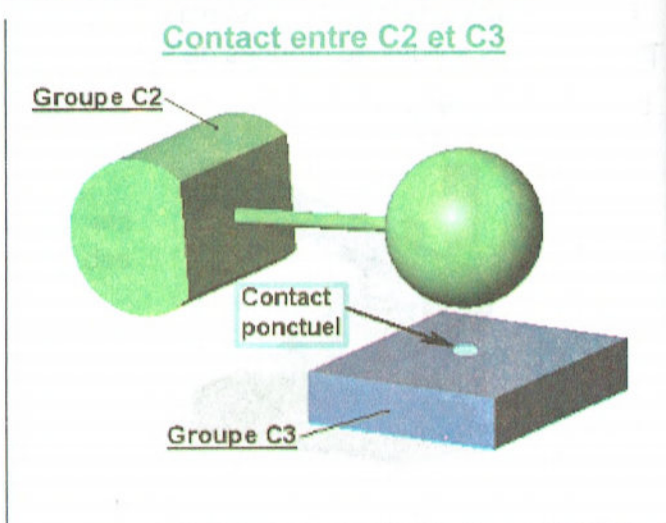


c- Identifier la géométrie du des contacts entre les groupes

Contacte entre C1 et C2



Contact entre C2 et C3



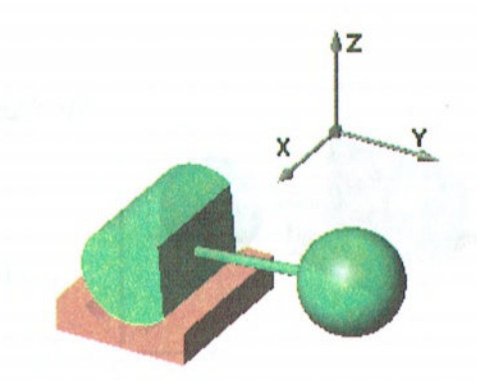
d- Déterminer les liaisons entre les groupes cinématiques

Il s'agit de déterminer les mouvements possibles ou mobilités entre les groupes pour pouvoir en déduire la liaison réalisée.

d.1- identification de la liaison entre C1 et C2

Mouvements possibles :

Tx	Rx
-	-
-	-



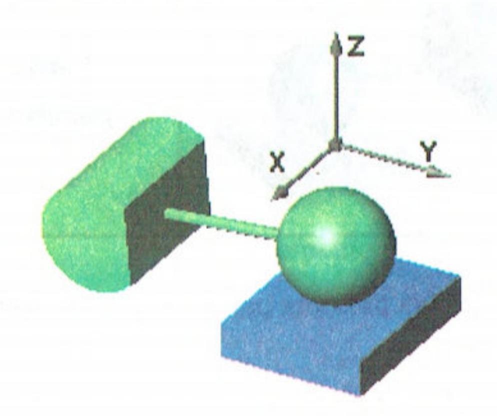
Liaison réalisée : LIAISON PIVOT GLISSANT

---

d.2- identification de la liaison entre C2 et C3

Mouvements possibles :

Tx	Rx
Ty	Ry
-	Rz



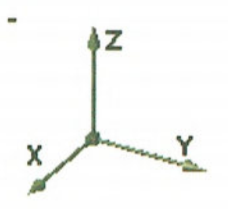
Liaison réalisée : LIAISON PONCTUELLE

Règles à respecter

R1 : l'absence de contact entraîne l'absence de liaison entre deux groupes cinématiques

R2 : lorsque deux groupes cinématiques sont en contact, pour déterminer les mobilités restantes et identifier la liaison en ne tient pas compte des autres pièces (Le reste du mécanisme est supposé enlevé)

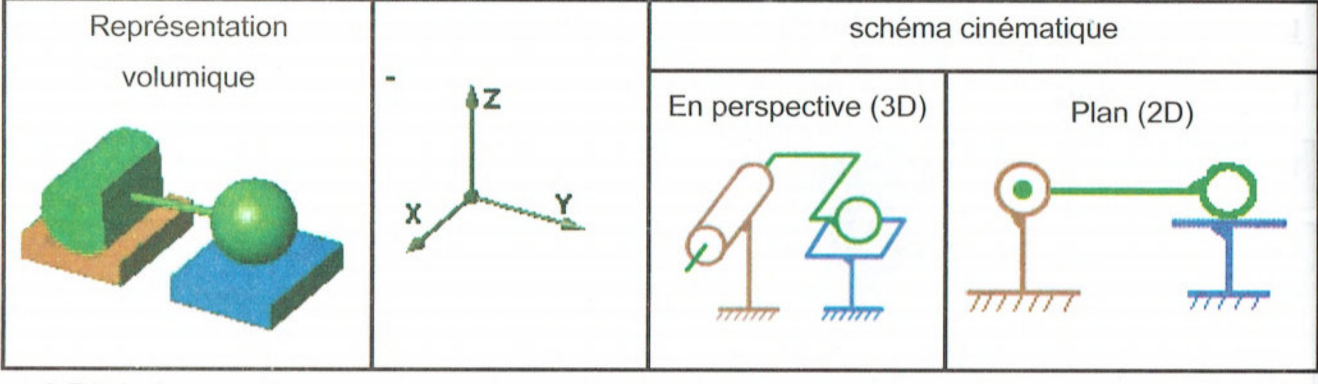
e- Dessiner le schéma cinématique du mécanisme



e.1 représenter les liaisons par leurs symboles normalisés orientés

Représentation volumique	**Groupe C1-C2 :** **Liaison pivot glissant**	Symbole 3D	Symbole plan Vue dans le plan (y,z)
Représentation volumique	**Groupe C2-C3 :** **Liaison ponctuelle**	Symbole 3D	Symbole plan Vue dans le plan (y,z)

e.2 Relier les liaisons par des traits forts évoquant schématiquement la forme des pièces principales.



Représentation volumique		schéma cinématique	
		En perspective (3D)	Plan (2D)

e.3 Règle à respecter

R3 : le schéma cinématique doit respecter la disposition générale du mécanisme. C'est-à-dire l'orientation et la forme schématisée des pièces principales à représenter par des traits forts.

III- Exercices.

1. Géométrie des contacts

Identifier et désigner la ou les surfaces des pièces 1 et 2 en contact et définir la nature de la géométrie de contact

Liste des surfaces en contact : plan, cylindre, sphère, ou cône.

Liste des géométries de contact : Ponctuel: point; Linéaire: ligne rectiligne ou ligne circulaire

Surfacique : plan, cylindrique, sphérique ou conique

Surfaces en Contact :

Pour la pièce 1

....

Pour la pièce 2

....

1

2

Géométrie du contact

....

Surfaces en Contact :

Pour la pièce 1

....

Pour la pièce 2

....

1

2

Géométrie du contact

....

Surfaces en Contact :

Pour la pièce 1

....

Pour la pièce 2

....

1

2

Géométrie du contact

....

Surfaces en Contact :

Pour la pièce 1

....

....

Pour la pièce 2

....

....

1

2

Géométrie du contact

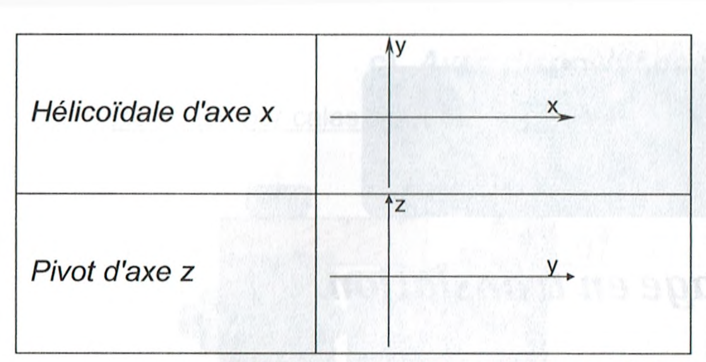
....

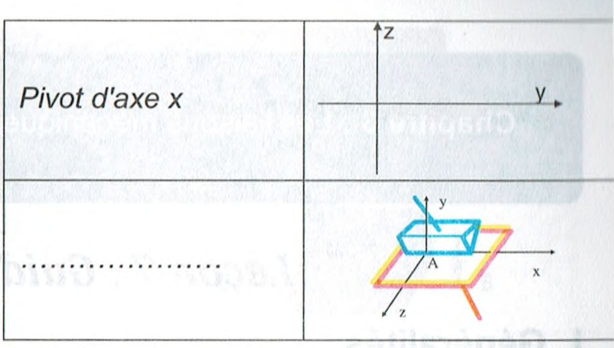
2. Schémas associes aux liaisons :

Pour chaque liaison, Représenter le symbole plan correspondant (en couleur).
Pour chaque schéma, Donner le nom de la liaison.

Nom de la liaison	Schéma
Encastrement ou Fixe	
Pivot d'axe x	
Ponctuelle de normale x	
Pivot glissant d'axe x	
…………………	
Appui Plan de normale y	
…………………..	
Rotule	
Linéaire Rectiligne d'axe x et de normale y	

Nom de la liaison	Schéma
Hélicoïdale d'axe y	
Linéaire Rectiligne d'axe y et de normale x	
Ponctuelle de normale z	
Pivot glissant d'axe z	
Linéaire annulaire d'axe x	
Appui Plan de normale y	
Glissière d'axe z	
Linéaire Rectiligne d'axe x et de normale z	
Hélicoïdale d'axe z	





3. Degrés de liberté d'une liaison :

Pour chaque liaison, préciser les degrés de liberté conservés.
(1=mouvement; 0=pas de mouvement)

Nom de la liaison	Degrés de liberté	Nom de la liaison	Degrés de liberté
Linéaire annulaire d'axe x	TX … RX … TY … RY … TZ … RZ …	*Linéaire Rectiligne d'axe z et de normale y*	TX … RX … TY … RY … TZ … RZ …
Pivot d'axe y	TX … RX … TY … RY … TZ … RZ …	*Glissière d'axe z*	TX … RX … TY … RY … TZ … RZ …
Appui plan de normale y	TX … RX … TY … RY … TZ … RZ …	*Ponctuelle de normale y*	TX … RX … TY … RY … TZ … RZ …

Retrouver le nom de la liaison associée au tableau des mobilités.

Nom de la liaison	Degrés de liberté	Nom de la liaison	Degrés de liberté
....	T_X 0 R_X 1 T_Y 0 R_Y 0 T_Z 0 R_Z 0	....	T_X 1 R_X 1 T_Y 1 R_Y 1 T_Z 0 R_Z 1
....	T_X 0 R_X 1 T_Y 0 R_Y 1 T_Z 0 R_Z 1	*R : T et R combinés.*	T_X 1 R_X 1 T_Y 0 R_Y 0 T_Z 0 R_Z 0
....	T_X 1 R_X 1 T_Y 0 R_Y 1 T_Z 1 R_Z 0	....	T_X 0 R_X 1 T_Y 0 R_Y 1 T_Z 1 R_Z 1
....	T_X 0 R_X 1 T_Y 1 R_Y 0 T_Z 1 R_Z 0	....	T_X 1 R_X 1 T_Y 0 R_Y 0 T_Z 0 R_Z 0
....	T_X 1 R_X 0 T_Y 1 R_Y 0 T_Z 0 R_Z 1	....	T_X 1 R_X 0 T_Y 0 R_Y 0 T_Z 0 R_Z 0

Leçon 7 : Guidage en translation.

I. Généralités

A. Caractéristiques du guidage :

Le guidage en translation vise la réalisation d'une liaison glissière.

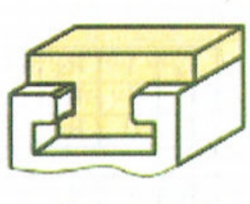
Un guidage en translation peut être caractérisé par :

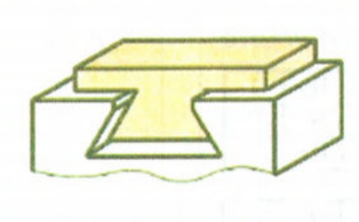
- La forme des surfaces de contact : prismatique ou cylindrique ;
- Le dispositif de réglage du jeu : indispensable pour un guidage précis ;
- Le genre de mouvement relatif : glissement ou roulement ;
- L'état des surfaces en contact et leur lubrification.

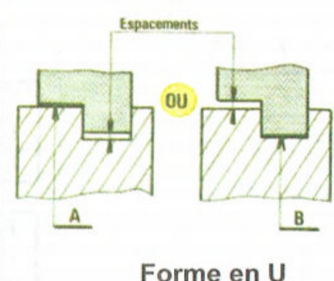
B. Guidage par frottement de glissement

1. Guidage par sections prismatiques

a) Sans dispositif de réglage de jeu


Forme en té

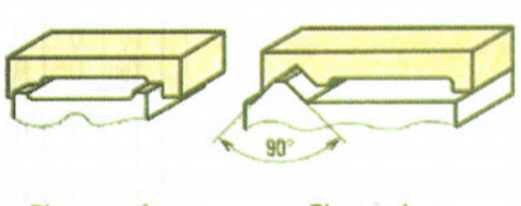

Queue-d'aronde



Forme en U

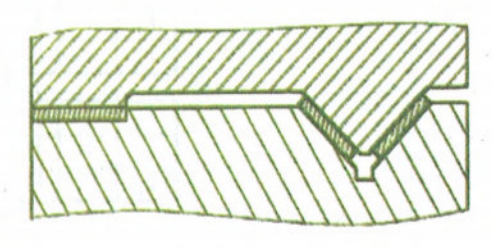
b) Sans jeu

Ce guidage prismatique est utilisé sur les tables des machines outils (exp : trainard du tour). Le jeu sera éliminé par le poids propre de l'élément mobile (coulisseau).



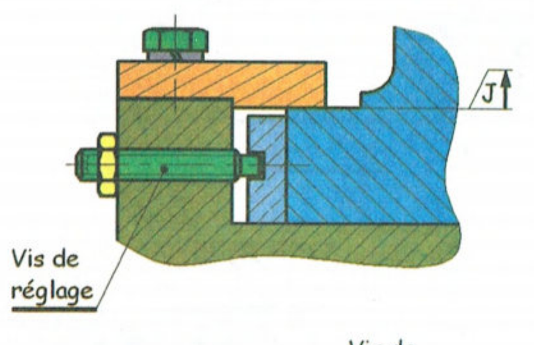
Plan + surfaces latérales réduites

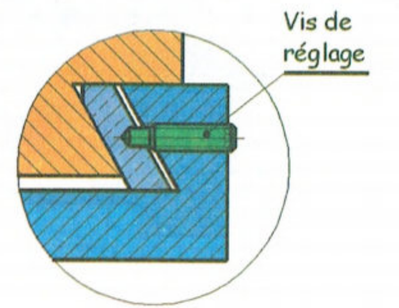
Plan + vé



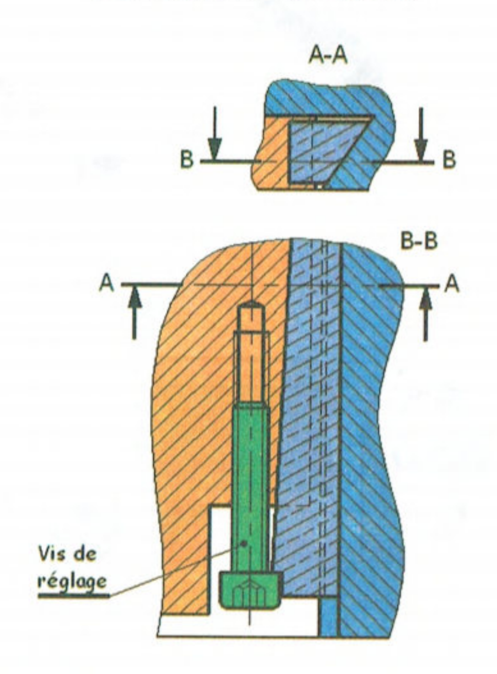
c) Avec dispositif de réglage de jeu

Réglages par cales à section constante



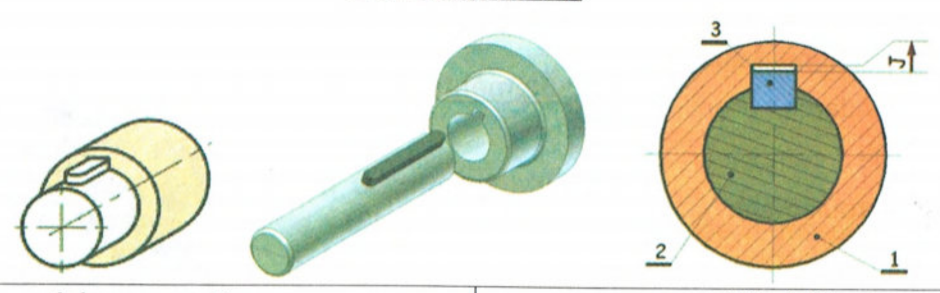


Réglage par cale oblique

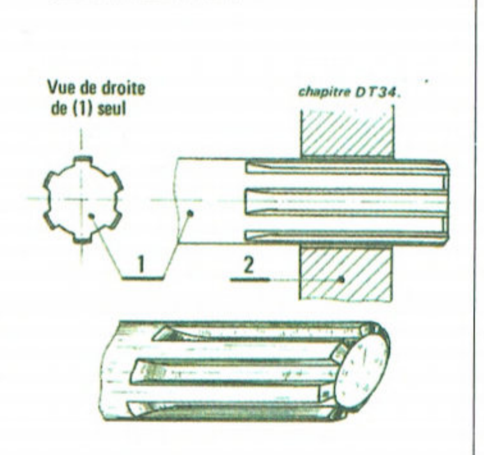


2. Guidage par section cylindrique

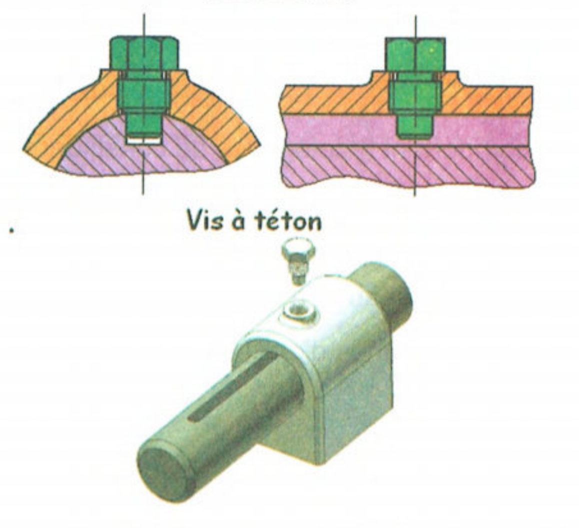
Clavette parallèle



Arbre cannelé



Vis à téton



Deux colonnes

Ø......H7/f7

Tiges de réglage

Bloc de réglage

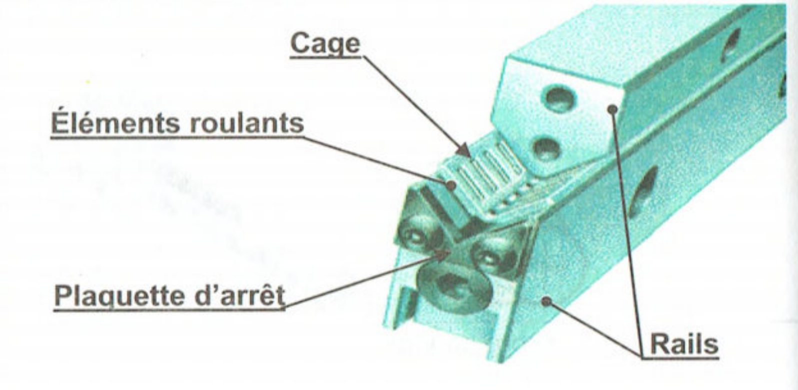
Ø......H7/f7

Plaquette rapportée

Ergot

C. Guidage par frottement de roulement

Les guidages par éléments roulants constituent une famille de composants standards dont le principe est de remplacer le glissement par du roulement.

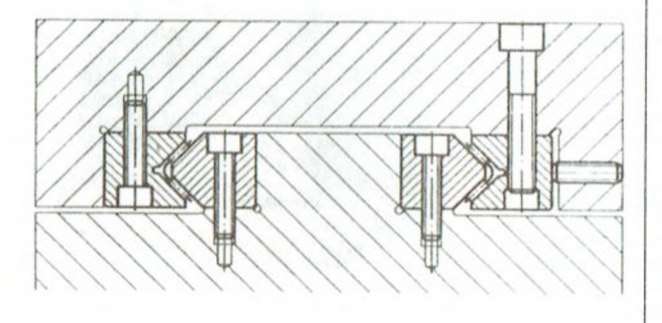


1. Guidages par cages à éléments roulants

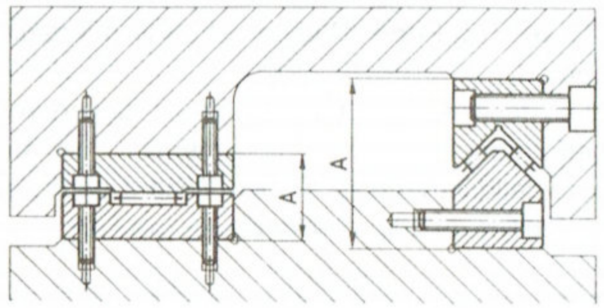
Ils comportent 3 catégories de constituants :

- les éléments roulants (avec ou sans cage)
- les rails de guidage qui portent les chemins de roulement, liés respectivement au coulisseau et à la glissière.
- les organes d'arrêt ou de protection

Montage maintenu avec 2 glissières à aiguilles en vé



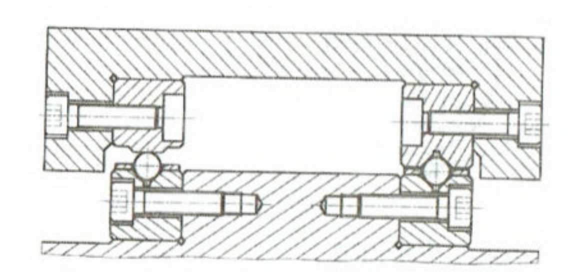
Montage maintenu avec 2 glissières à aiguilles, une en vé et une plate



Guidages par patins

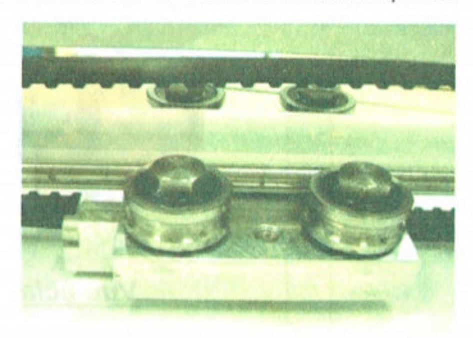
Les patins sont des systèmes à recirculation d'éléments roulants.

Ils sont toujours montés par paire.



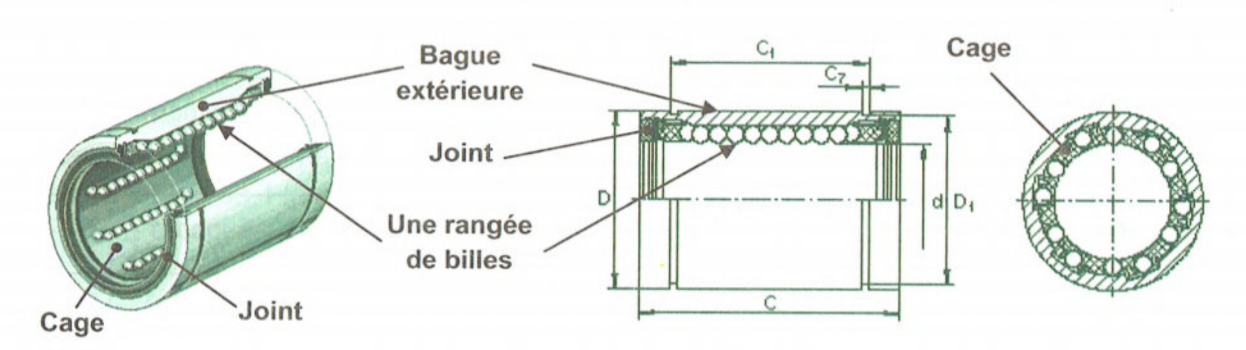
Guidages par galets

Ils comportent quatre galets. Afin de régler le jeu de fonctionnement, deux des quatre galets sont montés sur des axes excentriques.



2. Guidages par douilles à billes

Ils sont souvent réalisés par 4 douilles à billes, comme celle présentée ci dessous.



II. Exercices

Exercice 1 : Perforatrice :

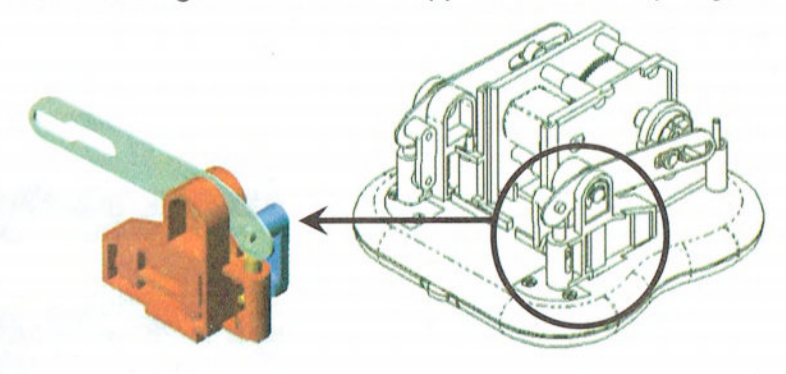
A. Mise en situation :



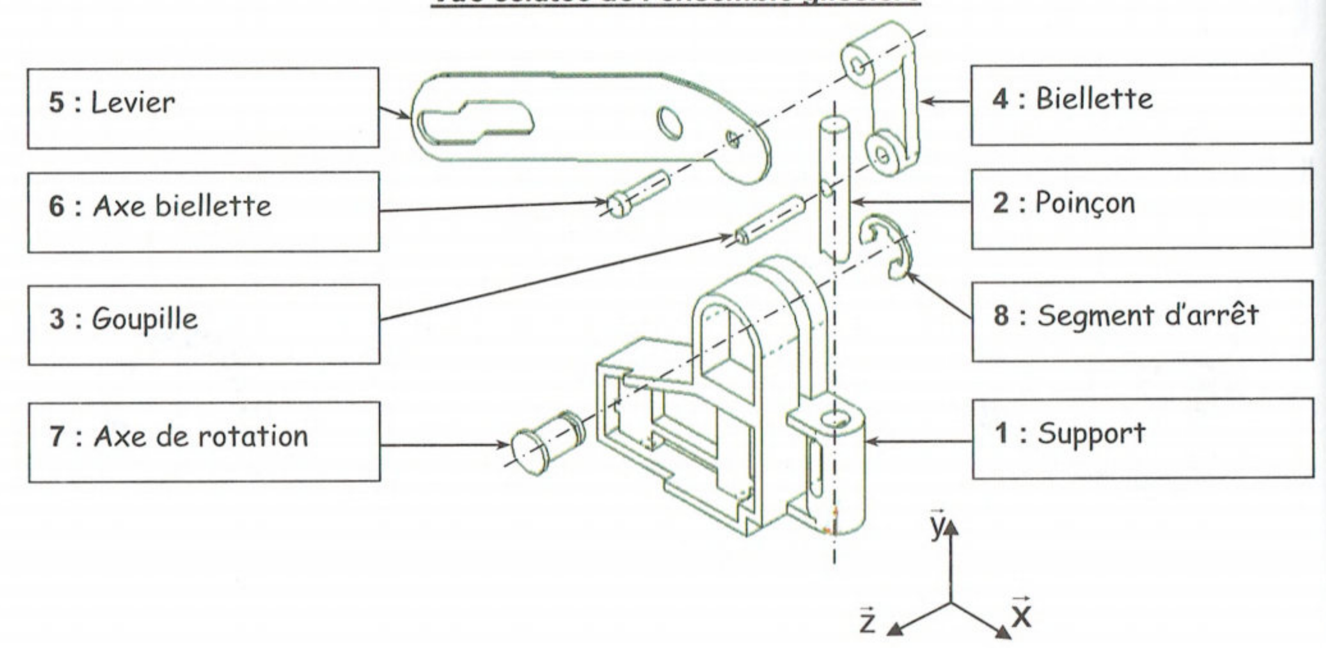
Le REXEL Punch Wizard est un perforateur électrique de bureau

Les feuilles sont insérées dans l'ouverture à l'avant du perforateur. Les documents seront perforés automatiquement. Le Punch Wizard peut perforer jusqu'à 10 feuilles de 80g/m² à la fois.

L'objet de l'étude est la liaison glissière entre le support latéral et le poinçon.



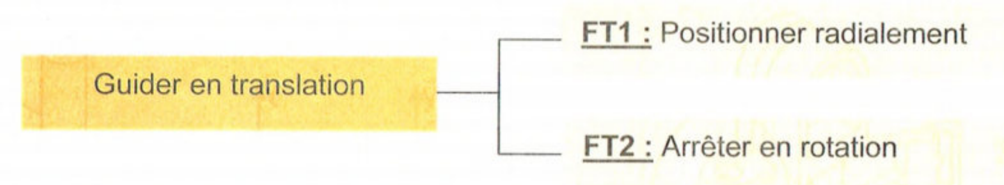
Vue éclatée de l'ensemble glissière



B. Travail demandé :

Nous allons étudier la liaison entre l'ensemble fixe (support 1) et l'ensemble en translation (poinçon + goupille).

Afin de mieux comprendre comment est réalisé le guidage en translation nous pouvons décomposer la fonction en deux sous fonctions :

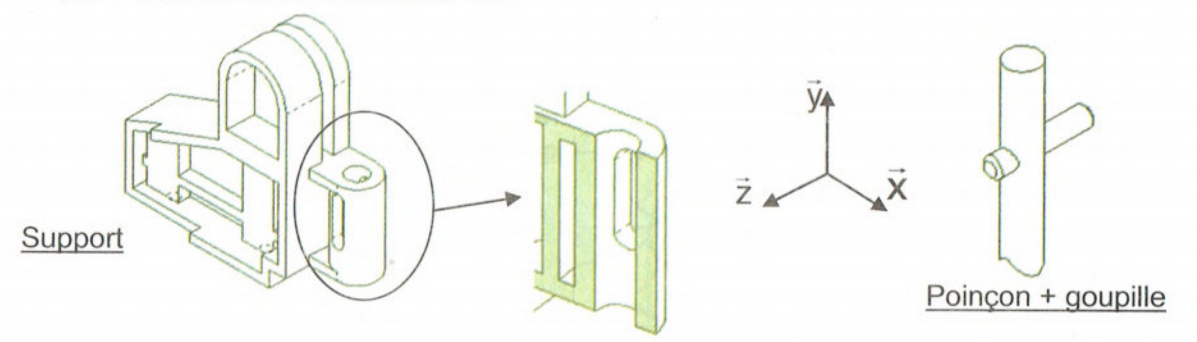


1. Définir le mouvement de l'ensemble en translation (poinçon + goupille) par rapport à l'ensemble fixe (support).

....

2. Etude de la fonction FT1 : positionner radialement
   a. Surfaces fonctionnelles

   Colorier en rouge sur le support et sur l'ensemble {poinçon + goupille}, la surface qui permet de réaliser la fonction FT1.



   b. Géométrie des surfaces

Indiquer le type de surface en contact : ....

   c. Définition de la liaison

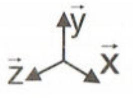
Compléter le tableau des degrés de liberté correspondant (indiquer par un 0 lorsqu'il n'y a pas de mouvement et par un 1 lorsqu'il y a un mouvement).

Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
.	.	.	.	.	.

Indiquer le nom complet de la liaison

....

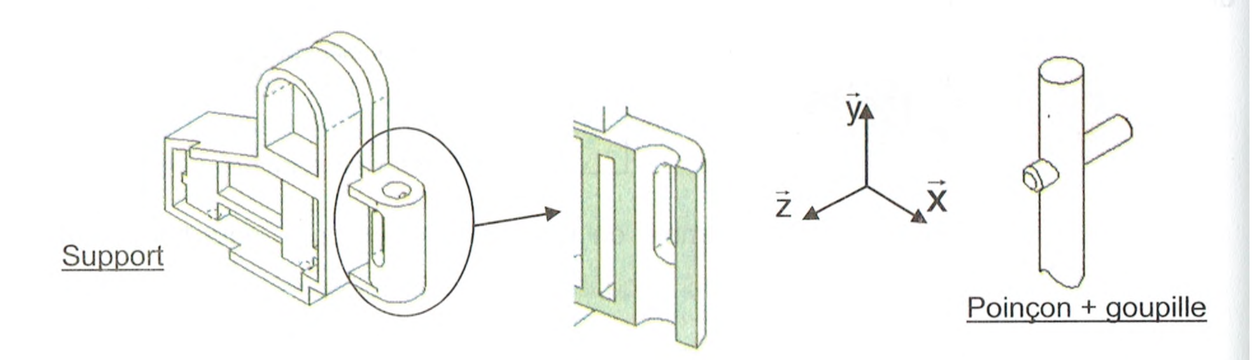
Représenter la liaison en perspective et en respectant les axes



3. Etude de la fonction FT2 : arrêter en rotation

a. Surfaces fonctionnelles

Colorier en bleu sur le support et sur l'ensemble {poinçon + goupille}, la surface qui permet de réaliser la fonction FT2.



b. Géométrie des surfaces

Indiquer le type de surface en contact : ....

c. Définition de la liaison

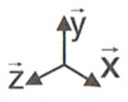
Compléter le tableau des degrés de liberté correspondant

Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz

Indiquer le nom complet de la liaison

....

Représenter la liaison en perspective et en respectant les axes



4. Définition de la liaison finale entre le support et l'ensemble {poinçon goupille}

A l'aide des questions précédentes :

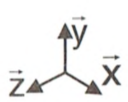
a. Compléter le tableau des degrés de liberté correspondant

Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz

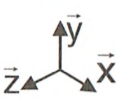
Indiquer le nom complet de la liaison

....

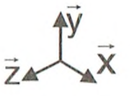
b. Représenter la liaison en perspective et en respectant les axes



c. Représenter le schéma de la liaison avec les deux liaisons simples, en perspective et en respectant les axes



d. Représenter le schéma équivalent, en perspective et en respectant les axes



e. Indiquer le nom complet de la liaison

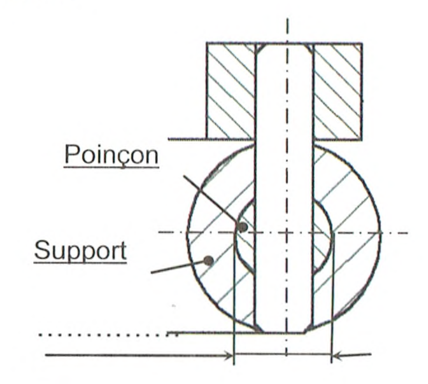
....

5. Etude de l'ajustement du guidage

   a. Donner le type d'ajustement entre le support et l'ensemble {poinçon + goupille}.

....

   b. Proposer un ajustement.



Leçon 8 : Guidage en rotation.

I. Analyse fonctionnelle de la liaison pivot

Rappels

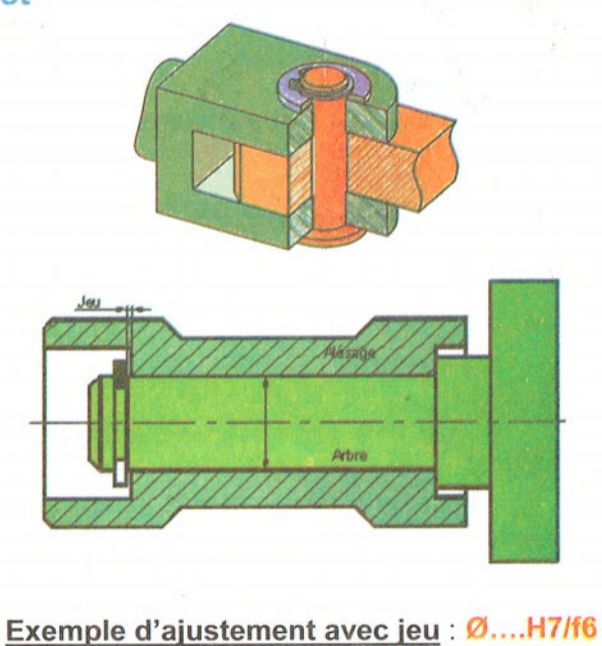
Symbole	Degrés de liberté	Types de charges appliquées à la liaison
$\vec{y}$, $\vec{x}$, $\vec{z}$; Arbre ; Moyeu		**Charges axiales** (suivant l'axe de rotation)
		Charges radiales (perpendiculaires à l'axe de rotation)
		Charges combinées (axiales + radiales)

	T	R
$\vec{x}$	0	1
$\vec{y}$	0	0
$\vec{z}$	0	0

A. Guidage par contact direct

Le guidage en rotation est obtenu par contact direct entredeux surfaces (cylindriques ou conique) et d'arrêts qui suppriment les degrés de liberté en translation.

Avantages	Inconvénients
- Coût faible	- Echauffement - Peu précis - Efforts faibles - Vitesses faibles



Exemple d'ajustement avec jeu : **Ø....H7/f6**

B. Guidage par coussinets

Principe : intercaler une bague de frottement cylindrique entre l'arbre et le palier.

But :

- Diminuer le coefficient de frottement
- Augmenter la durée de vie de l'arbre et du logement
- Diminuer le bruit
- Reporter l'usure sur les bagues.

Matériau :

- bronze ; fonte ; matière plastique

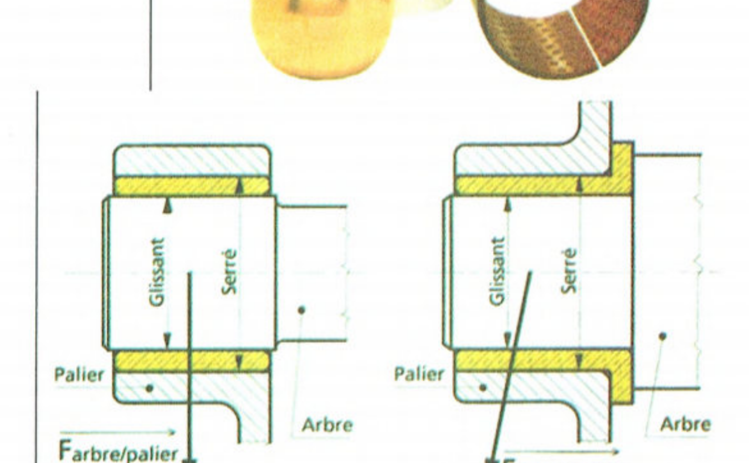
Exemple d'ajustement :

- Arbre/Coussinet :

  Glissant **Ø....H7/f7**

- Alésage/Coussinet :

  Serré **Ø....H7/p6**



C. Guidage par roulement :



Principe : Remplacer le frottement (glissement) par roulement en interposant des éléments roulants (billes, rouleaux ou aiguilles) entre deux bagues

Avantages :

- Gamme de vitesses étendue.
- Frottements internes réduits
- Supporte des efforts axiaux et radiaux
- Grande précision.
- Eléments normalisés donc coût moyen.

Inconvénients :

- Encombrement radial important.
- Durée de vie fonction de la charge.
- condition de montage précise

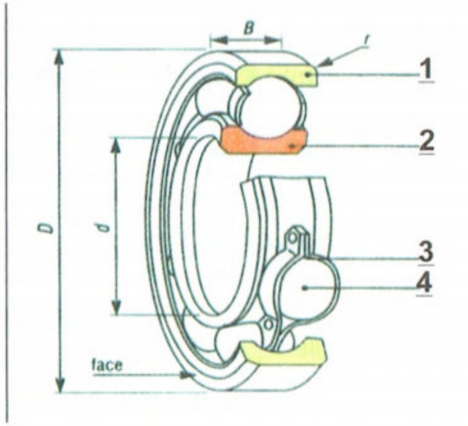
Composition d'un roulement :

1 : La bague extérieure, liée à l'alésage

2 : La bague intérieure, liée à l'arbre

3 : La cage, qui assure le maintien des éléments roulants

4 : Les éléments roulants, situés entre les 2 cages.



D. Règles de montage des roulements a billes a contact radial

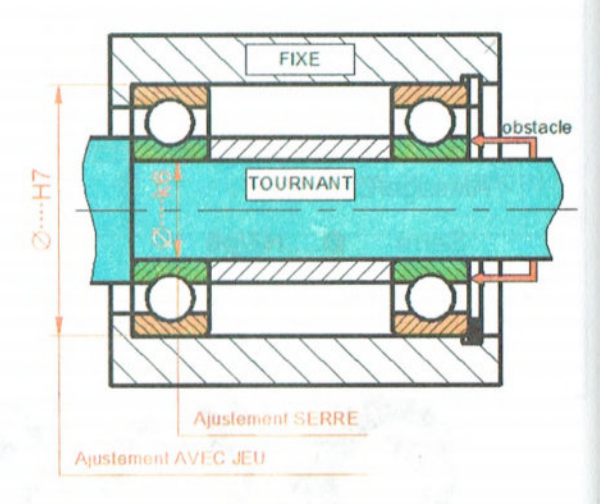
1er cas : ARBRE TOURNANT

- Les **bagues intérieures** montées serrées sont arrêtées en translation par quatre obstacles

Tolérance de l'arbre : k6

- Les **bagues extérieures** montées glissantes sont arrêtées en translation par deux obstacles

Tolérance de l'alésage : H7



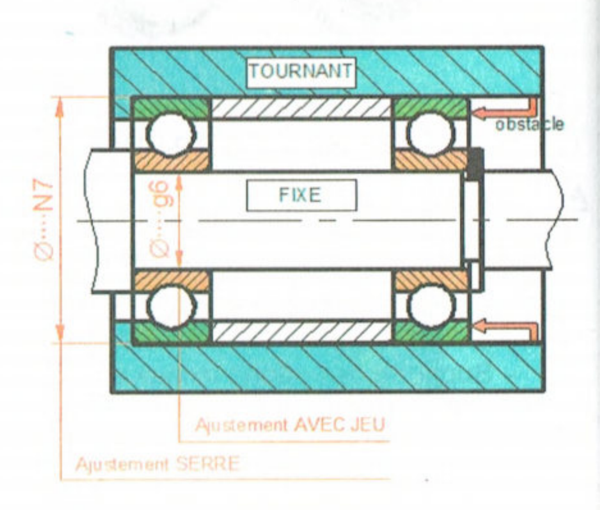
2ème cas : ALESAGE (moyeu) TOURNANT

- **Les bagues intérieures** montées glissantes sont arrêtées en translation par deux obstacles

Tolérance de l'arbre : g6

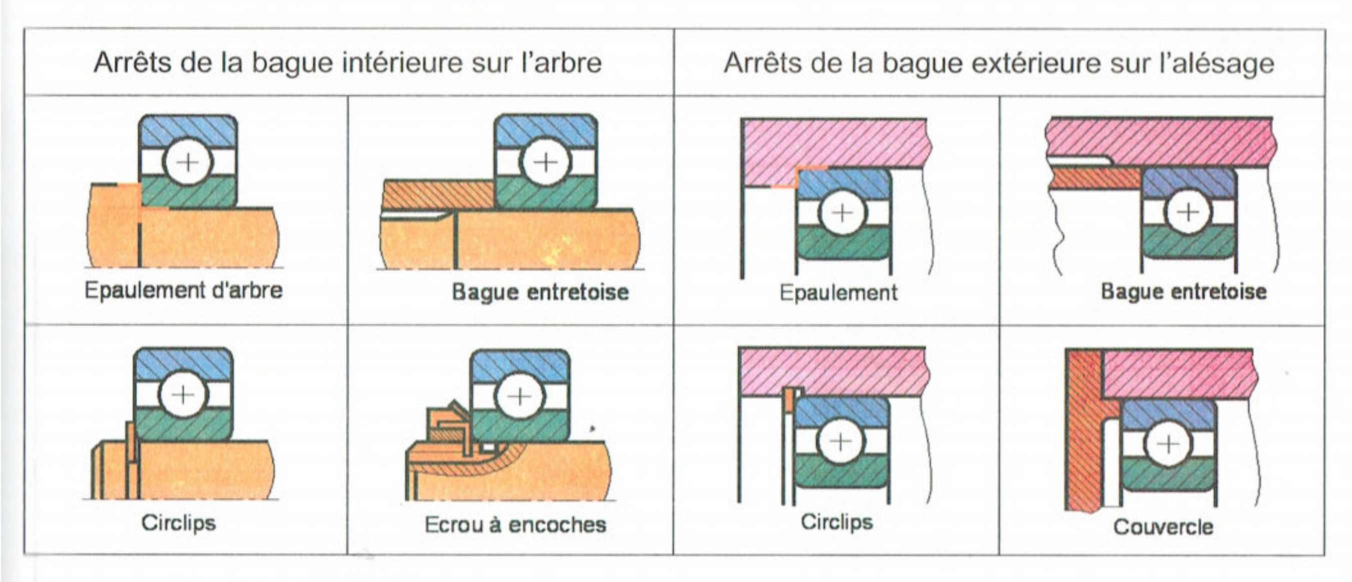
- **Les bagues extérieures** montées serrées sont arrêtées en translation par quatre obstacles

Tolérance de l'alésage : N7



Comment arrêter les bagues ?

Exemples de solutions technologiques



E. Etanchéité :

Le dispositif d'étanchéité doit :

- EMPECHER les impuretés du milieu extérieur d'accéder aux surfaces à protéger.
- EMPECHER le fluide de s'échapper vers le milieu extérieur.

S1
S2
Milieu extérieur
Pression atmosphérique: Pa
Pression P
Zone à étancher

Joint d'étanchéité à lèvre à frottement radial	Réelle	Symbole	
Joint d'étanchéité à lèvre à frottement radial + lèvre anti-poussière			-Tolérance de l'arbre : h11 -Tolérance de l'alésage : H8

II. Exercices

1. Exemples de montage des roulements à billes :

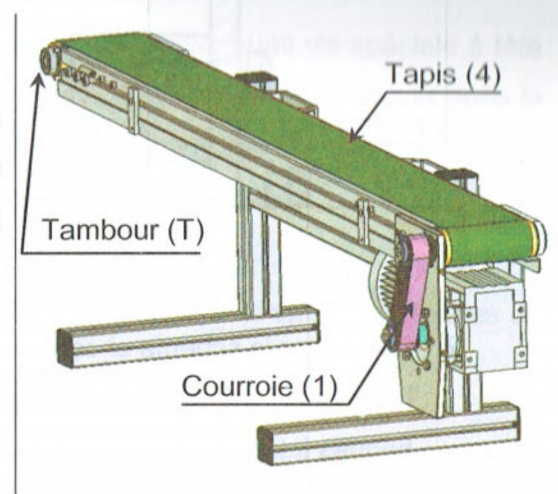
Identifier sur la 1ére colonne du tableau ci-dessus, la position des arrêts et les moyens utilisés pour les réaliser (épaulement, entretoise, anneau élastique…) puis compléter sur la 2éme colonne les schémas correspondants.

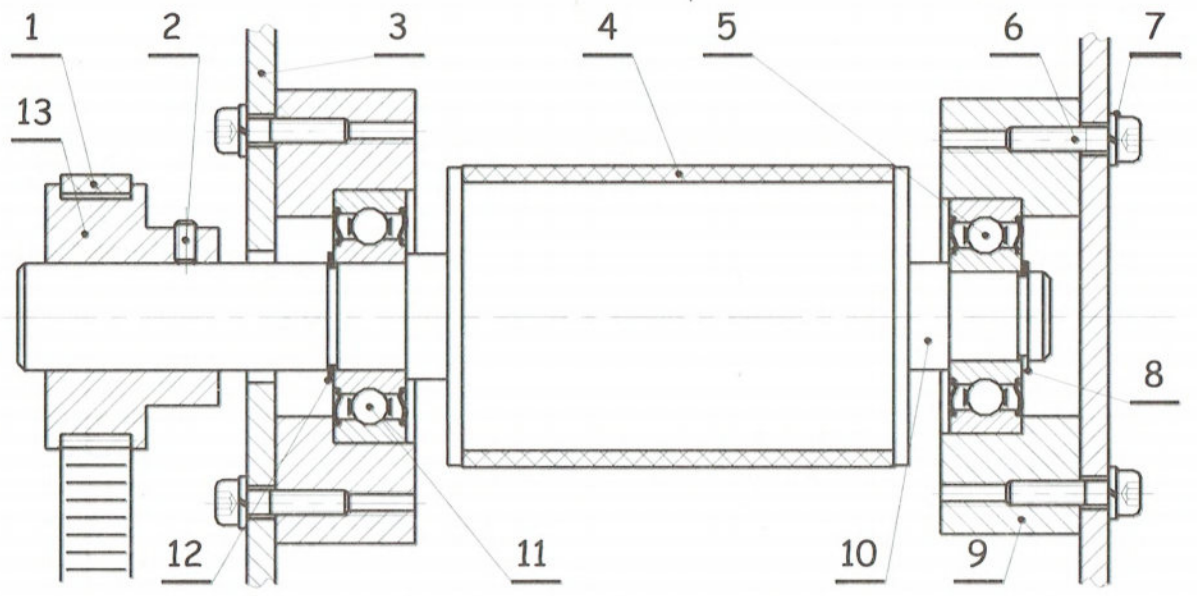
	Solution technologique	Schéma
MONTAGES à ARBRE TOURNANT		
MONTAGES à MOYEU TOURNANT		

2. Dispositif d'entrainement des tapis :

A. Description :

Le tapis (4) est entraîné en mouvement par un moteur à courant continu par l'intermédiaire d'une transmission par poulie et courroie crantée (courroie à dents).

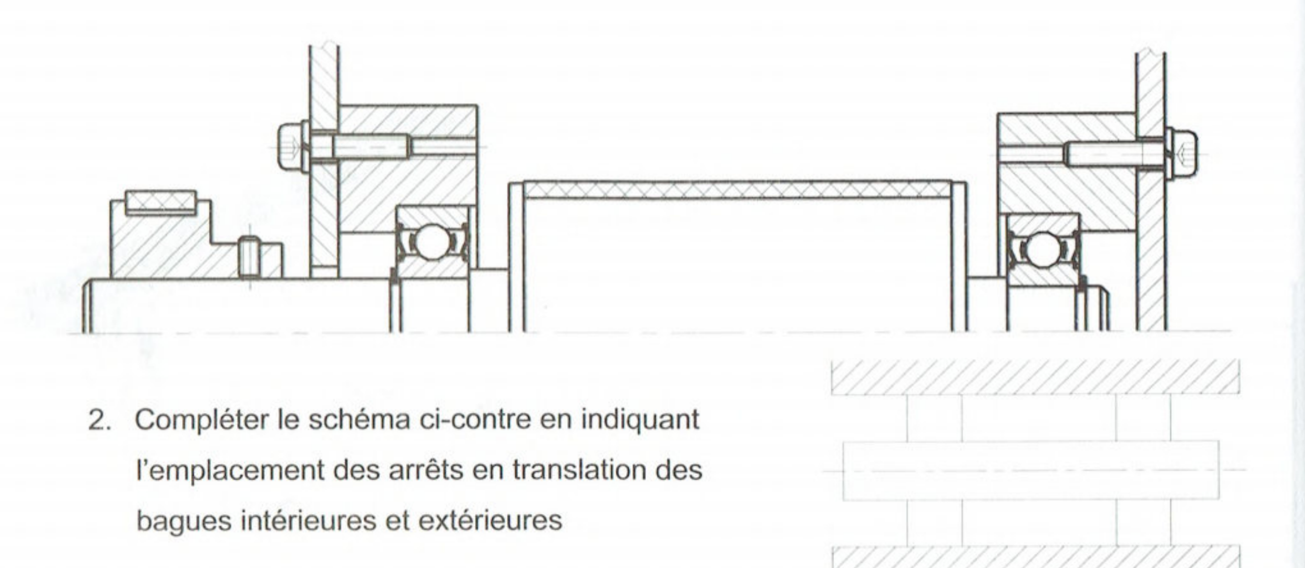




6	8	Vis CHc			
4	1	Bande transporteuse	13	1	Poulie
3	2	Flanc externe	10	1	Axe de transmission
2	1	Vis sans tête à bout plat HC	9	2	Palier pour roulement
1	1	Courroie crantée	7	8	Rondelle de freinage
Rep	**Nb**	**Désignation**	**Rep**	**Nb.**	**Désignation**

B. Travail demandé :

1. Colorier sur le dessin ci-dessous les pièces animées d'un mouvement de rotation.



2. Compléter le schéma ci-contre en indiquant l'emplacement des arrêts en translation des bagues intérieures et extérieures

3. Donner la tolérance des portées des bagues intérieures situées sur l'arbre : ....

4. Donner la tolérance des portées des bagues extérieures situées sur l'alésage : ....

5. Le guidage en rotation du tambour T du dispositif d'entraînement du tapis est assuré par deux roulements identiques, à une rangée de billes, à contact radial et étanche (20). On se propose de représenter la solution réalisant le guidage par ces deux roulements

3

Tambour (T)

20

14

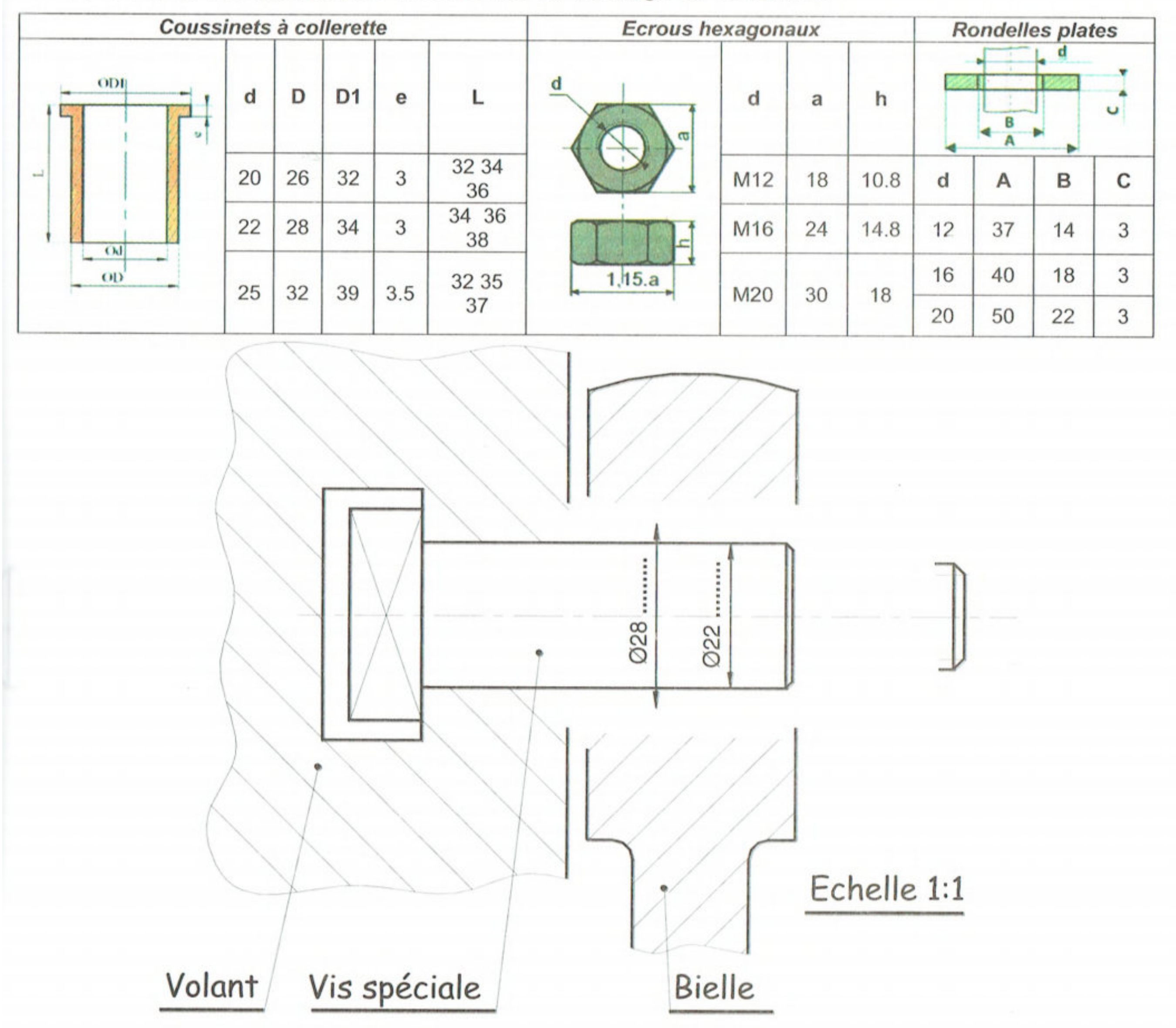
Echelle 1:1

3. Manivelle à rayon variable :

On se propose de concevoir une manivelle à rayon variable , en utilisant une vis spéciale à tête carrée montée dans une rainure en « Té » réalisée sur le volant et serrée par un écrou dans la position désirée . La bielle est en liaison pivot avec cette vis par l'intermédiaire d'un coussinet à collerette.

Travail demandé :

1. Compléter le dessin de la solution proposée en utilisant les éléments standards fournis ci-dessous.
2. Indiquer les ajustements nécessaires au montage du coussinet.



Coussinets à collerette

d	D	D1	e	L
20	26	32	3	32 34 36
22	28	34	3	34 36 38
25	32	39	3.5	32 35 37

Ecrous hexagonaux

d	a	h
M12	18	10.8
M16	24	14.8
M20	30	18

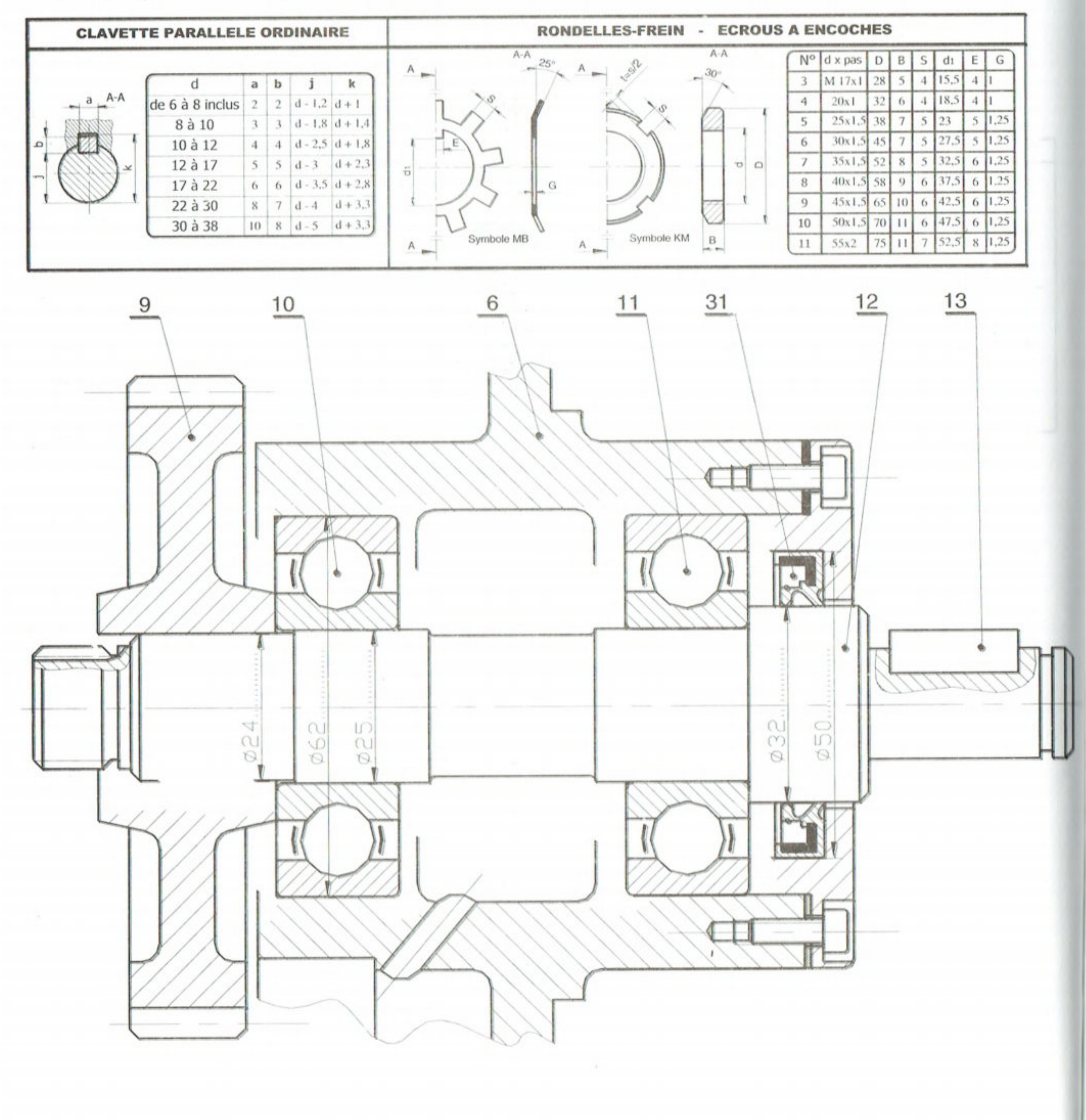
Rondelles plates

d	A	B	C
12	37	14	3
16	40	18	3
20	50	22	3

4. Etude de conception d'un arbre tournant :

On se propose d'assurer le guidage en rotation de l'arbre (12) par rapport au moyen (6) par deux roulements de type BC et la liaison encastrement de la roue (9) sur l'arbre (12).

1. Compléter le montage des roulements (10) et (11)
2. Indiquer les tolérances de montage des roulements
3. Compléter la liaison encastrement de la roue (9) sur l'arbre (12).



d	a	b	j	k
de 6 à 8 inclus	2	2	d - 1,2	d + 1
8 à 10	3	3	d - 1,8	d + 1,4
10 à 12	4	4	d - 2,5	d + 1,8
12 à 17	5	5	d - 3	d + 2,3
17 à 22	6	6	d - 3,5	d + 2,8
22 à 30	8	7	d - 4	d + 3,3
30 à 38	10	8	d - 5	d + 3,3

N°	d x pas	D	B	S	d_1	E	G
3	M 17x1	28	5	4	15,5	4	1
4	20x1	32	6	4	18,5	4	1
5	25x1,5	38	7	5	23	5	1,25
6	30x1,5	45	7	5	27,5	5	1,25
7	35x1,5	52	8	5	32,5	6	1,25
8	40x1,5	58	9	6	37,5	6	1,25
9	45x1,5	65	10	6	42,5	6	1,25
10	50x1,5	70	11	6	47,5	6	1,25
11	55x2	75	11	7	52,5	8	1,25

5. Guidage en rotation et étanchéité :

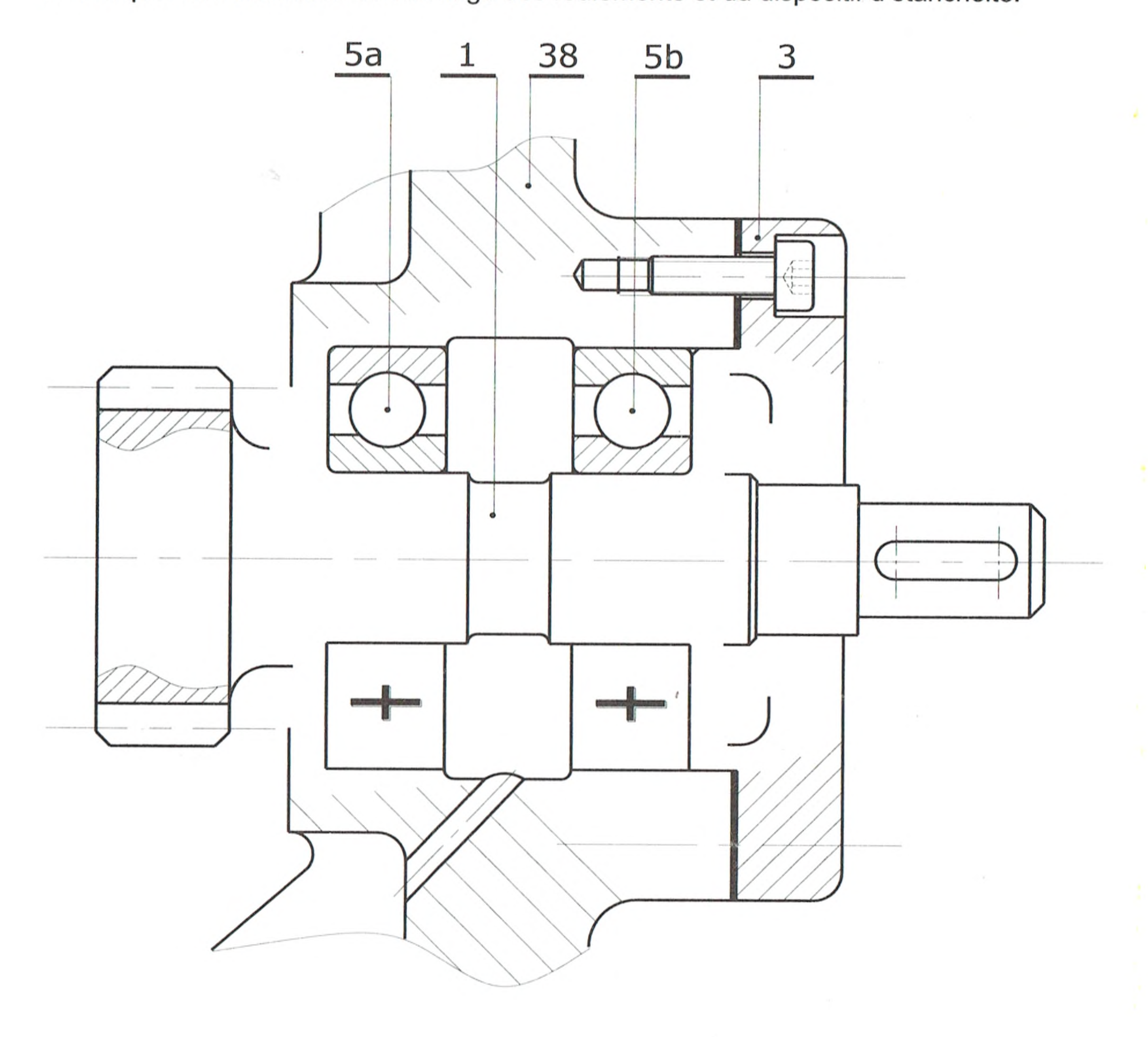
On désire concevoir le guidage en rotation de l'arbre (1) par rapport au carter (38) par deux roulements à une rangé de billes identiques ; à contact radial type (BC).

1. Compléter à l'échelle du dessin ci-dessous, le montage des roulements (5a) et (5b).
2. Assurer l'étanchéité du roulement (5b) sur le coté droit.
3. Indiquer la désignation des composants standards à utiliser pour réaliser cette conception.

....

....

4. Indiquer les tolérances de montage des roulements et du dispositif d'étanchéité.



Chapitre 4 : Transmission de mouvement.

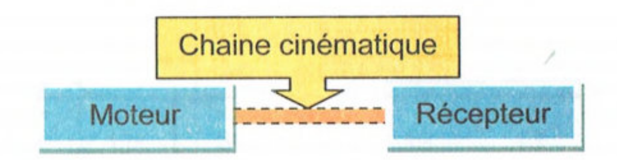
Objectifs :

- *Analyser les constituants d'une chaîne de transmission.*
- *Déterminer les caractéristiques d'une transmission.*

Leçon 9 : Poulies et courroies.

I. Généralités

La plupart des mécanismes permettent de transmettre un mouvement d'un élément moteur à un récepteur, en modifiant les caractéristiques de ce mouvement.



Par la suite, nous désignerons par chaîne cinématique, tout système permettant de transmettre la puissance.

En entrée de la chaîne cinématique se trouvera en général un moteur électrique. En sortie, le récepteur pourra être par exemple, une poulie, une hélice ou un tambour de tapis roulant, etc…

a. Caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques en entrée (moteur) et en sortie de la chaine cinématique sont

	Moteur	Récepteur	Unité
- la puissance	Pe = Pm	Ps	(Watt)
- la vitesse angulaire	we = wm	ws	(rad/s)
- la fréquence de rotation	Ne = Nm	Ns	(tr/min)
- le couple moteur	Ce = Cm	Cs	(N/m)

b. Puissance

La puissance fait intervenir à la fois le couple et la vitesse de rotation du solide :

$$P_e = C_e \,.\, W_e \quad \text{et} \quad P_s = C_s \,.\, W_s$$

c. Rendement

Entre l'entrée et la sortie de la chaîne cinématique, il existe un affaiblissement d'énergie donc de puissance quantifiée par le rendement η.

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} = \frac{C_s \,.\, W_s}{C_e \,.\, W_e}$$

d. Rapport de transmission

On pourra également calculer pour chaque chaîne cinématique, le rapport de transmission ou rapport des vitesses entre l'entrée et la sortie ce celle-ci.

$$r = \frac{W_s}{W_e} = \frac{N_s}{N_e}$$

- Si $r < 1$, il s'agit d'un réducteur
- Si $r > 1$, il s'agit d'un multiplicateur

Il existe une relation de proportionnalité entre la vitesse angulaire w(rad/s) et la fréquence de rotation N (tr/min).

$$W = \frac{2.\pi.N}{60}$$

e. Solutions constructives

Afin de transmettre le mouvement de rotation, il existe deux grandes catégories de solutions suivant que l'entraînement se fait par obstacle ou par adhérence.

	Transmission par adhérence	Transmission par obstacle
Transmission directe (contact)	Roue de friction	Engrenage
Transmission indirecte (à distance)	Poulie et courroie	Pignons et chaines
		Poulie et courroie crantée

II. Système poulie courroie

a. Fonction

Transmettre par adhérence, à l'aide d'un lien flexible « courroie », un mouvement de rotation continu entre deux arbres éloignés

b. Avantages

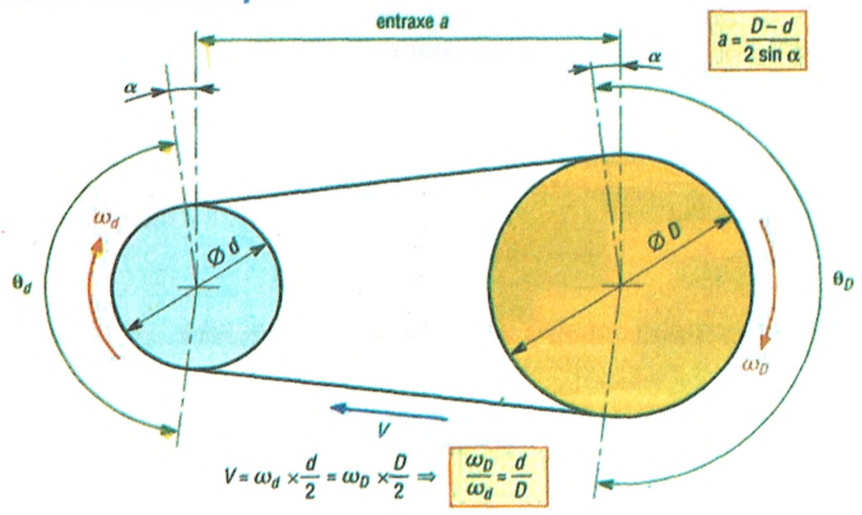
Transmission silencieuse

- « Grandes » vitesses de transmission (de 60 à 100 m/s pour les courroies plates)
- Grand entraxe possible entre les poulies

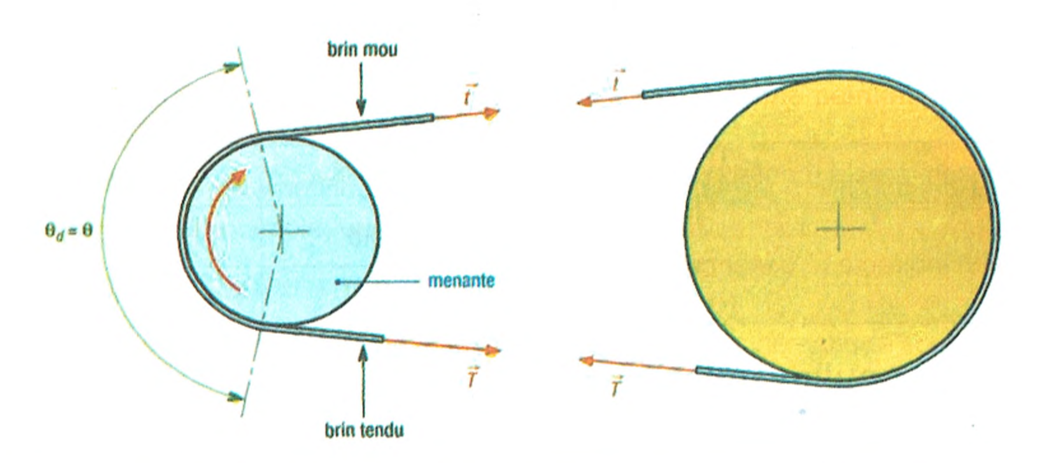
c. Inconvénients par rapport aux Pignons-Chaînes

- Durée de vie limitée
- Couple transmissible faible pour les courroies plates
- Tension initiale de la courroie nécessaire pour garantir l'adhérence

d. Etude cinématique



e. Etude dynamique



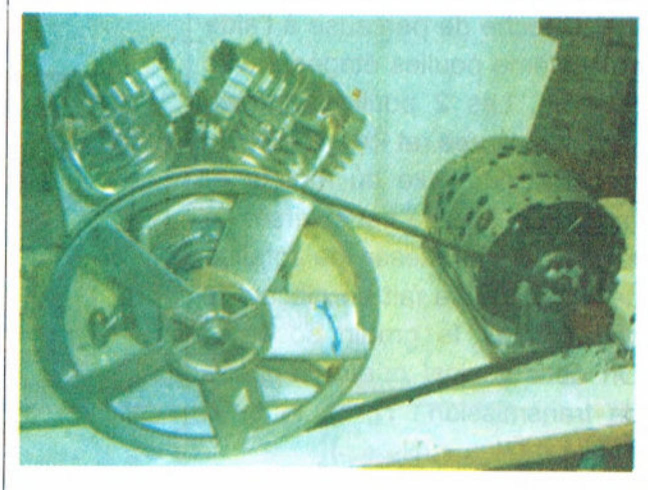
Couple transmis	
Grande poulie	Petite poulie
$C_D = (T - t) \times \frac{D}{2}$	$C_d = (T - t) \times \frac{d}{2}$

III. Exercices.

1. Tête de compresseur en V

Cette tête de compresseur permet de produire de l'air comprimé

1- Identification des éléments de transmission :



Sur la photo ci-contre, repérer la poulie motrice n°1, la réceptrice n°2 et la courroie n°3.

2- Caractéristiques de la transmission :

Poulie 1 D_1 = 40 mm

Poulie 2 D_2 = 272 mm

N_{moteur}= 1500 trs/min

a) Quel est donc le rapport de transmissionr ?

....

....

b) Quelle est la fréquence en sortie N_{sortie} ?

....

....

c) Dans tous les cas une transmission par poulie-courroie est :

REVERSIBLE ☐ IRREVERSIBLE ☐

d) La transmission par courroie plate ou trapézoïdale se fait par :

OBSTACLE ☐ ADHERENCE ☐

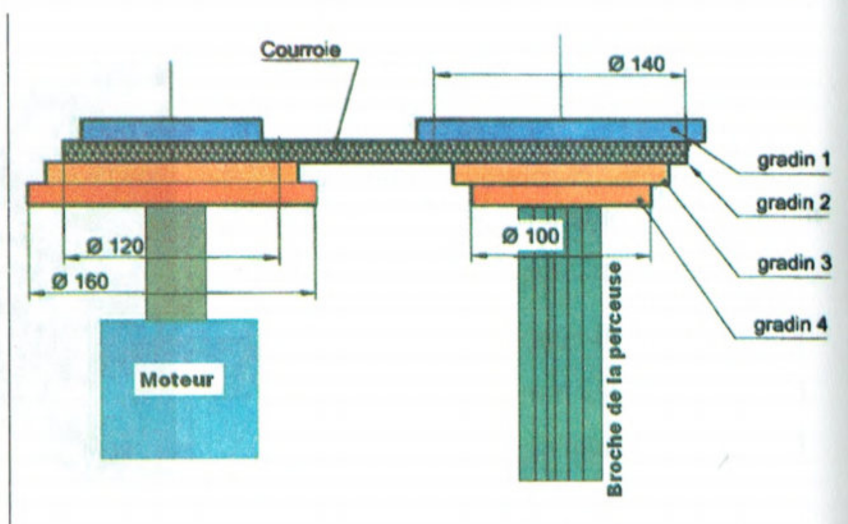
e) La transmission par courroie crantée se fait par :

OBSTACLE ☐ ADHERENCE ☐

2. Perceuse

Soit le schéma d'une transmission de mouvement par poulies étagées et courroie, d'une broche de perceuse à colonne.

Le moteur commande la rotation de la broche de perceuse à l'aide du système poulies étagées avec courroie. Les **2** poulies étagées sont identiques et leur sens de montage sur l'axe du moteur et l'axe de la broche est inversé. Le réglage de la vitesse de rotation de la broche se fait en plaçant la courroie sur le gradin souhaité. On obtient ainsi quatre rapports de transmission : r_1, r_2, r_3 **et** r_4 avec $r = (N_{Broche}/N_{Moteur})$.



Pour faire des trous de diamètre **10 mm** dans une bride, on règle la position de la courroie sur le deuxième gradin. La broche de la perceuse a alors une vitesse de rotation $N_2 = 600$ **tr/min**.

On demande :

1. Calculer le rapport de transmission du deuxième gradin, $r_2 = (N_2/N_m)$

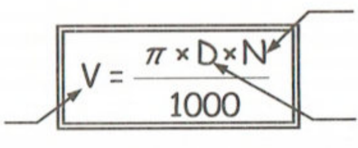
....

2. Calculer la vitesse de rotation du moteur, N_m en **tr/min**

....

3. Calculer la vitesse de coupe du foret, **VF** en m/min (vitesse linéaire en m/min d'un point situé sur la périphérie du foret)

VITESSE DE COUPE V (m/min) :



....

4. On place la courroie sur le gradin 1. Calculer alors le rapport de transmission $r_1 = (N_1/N_m)$

....

5. Calculer la vitesse de rotation de la broche, N_1 en **tr/min**

....

6. Calculer la vitesse de coupe maximale du foret de diamètre **10 mm** VF, pour cela :

a) Sur quel gradin faut-il placer la courroie pour obtenir la vitesse de rotation maximale de la broche, **Nmaxi** ?

....

....

b) Justifiez votre réponse en calculant le rapport de transmission maxi **r_{Maxi} = (N_{MAxi}/N_m)**, puis la vitesse de rotation maxi du foret **N_{Maxi}** en **tr/min**

....

....

c) Calculer la vitesse de coupe maximale du foret de diamètre **10 mm**, **VF** en **m/min**.

....

3. Tapis roulant

Soit le montage d'un système de transport d'une pièce sur un tapis roulant.

La poulie motrice **P1**, tournant à **1500 $tr.min^{-1}$**, fait dérouler le tapis et entraine la pièce dans un mouvement de translation de vitesse **v(t).**

Un galet enrouleur maintient une pression sur la courroie, ce qui assure un bon fonctionnement du mécanisme.

Les caractéristiques dimensionnelles des poulies sont : **D1=0,32 m ; D2 = 0,20 m** et le diamètre du galet enrouleur est de **D3 = 0,11 m.**

On demande de :

1. Tracer sur la figure, le sens de rotation des éléments tournants.
2. Calculer la vitesse angulaire **ϖ1** de la roue motrice **P1**.

....

3. En déduire la vitesse linéaire **v1** de la roue motrice **P1**.

....

4. Calculer la fréquence de rotation **N3** du galet enrouleur. On donne : **N3 x D3 = N1 x D1**.

....

5. Calculer la vitesse angulaire **ϖ3** du galet enrouleur.

....

6. Calculer la fréquence de rotation **N2** de la poulie menée **P2**. On donne : **N3 x D3 = N2 x D2.**

....

7. En déduire la vitesse angulaire **ϖ2** de cette poulie.

....

8. Calculer la vitesse linéaire **v2** de la poulie **P2**.

....

9. Comparer les valeurs **v1** et **v2**. En déduire la vitesse de déplacement **v(t)** de la pièce à transporter.

....

10. En déduire le temps **t** qu'il faut à la pièce pour aller du point **A** au point **B**.

....

4. Commande d'un volant

Soit un schéma de la commande d'un volant, selon la figure ci-contre. Cette commande est réalisée à l'aide d'un équipage de poulies.

Les poulies **3** et **2** sont solidaire l'une de l'autre, et tournent autour du même axe. Le fonctionnement des courroies est supposé se faire sans glissement.

Les caractéristiques des poulies **1**, **2**, **3** et **4** sont respectivement: **D1= 11 cm ; D2 = 24 cm, D3= 8 cm et D4 = 13 cm.**

Notons enfin que la poulie motrice **1** a une fréquence de rotation **N1 = 200 tr.min^{-1}**.

On demande :

1. Calculer la vitesse ϖ_1 de la poulie **1**.

....

2. Calculer la vitesse linéaire V_1 d'un point situé sur le périphérique de la poulie **1**.

....

3. Exprimer la vitesse linéaire V_2 d'un point situé sur la périphérie de la poulie **2**.

....

4. En déduire la vitesse angulaire **$\varpi 2$** et la fréquence de rotation **N_2** de cette poulie.

....

5. Exprimer la fréquence de rotation **N_3**, ainsi que la vitesse angulaire ϖ_3 de la poulie **3**.

....

6. En déduire la vitesse linéaire **V_3** de cette poulie.

....

7. Exprimer la vitesse linéaire **V_4** d'un point situé sur le périphérique de la poulie **4**.

....

8. Calculer la fréquence de rotation **N_4** de la poulie **4**, de deux manières :

– en utilisant la relation : $N = \dfrac{30 \times V}{\pi \times R}$

....

– en utilisant la relation : **$D_3 \times N_3 = D_4 \times N_4$** ;

....

9. Calculer la valeur des rapports : $\dfrac{D_1 \times D_3}{D_2 \times D_4}$; $\dfrac{N_1 \times N_3}{N_2 \times N_4}$ En faisant une inversion, que peut-on en déduire?

....

....

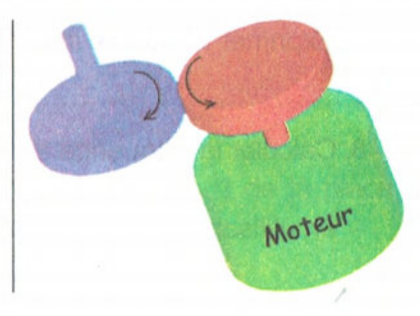
10. Calculer la fréquence de rotation **N_1** nécessaire pour que la fréquence de rotation du volant soit égale à **80 tr/min^{-1}**

....

Leçon 10 : Roues de friction

I. Définition

Un système de roues de friction est composé de deux ou plusieurs roues en contact dont le mouvement de rotation est transmis par frottement.



II. Caractéristiques

Le sens de rotation est inversé d'une roue à l'autre.
Le mouvement du système de roues de friction est réversible.

III. Avantages

Ce système est relativement silencieux,
Les roues de friction sont économiques.

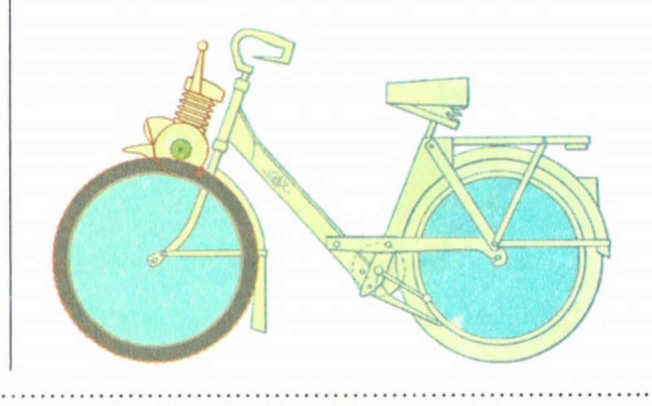
IV. Inconvénients

Les roues ont tendance à glisser les unes sur les autres ce qui ne permet pas toujours une transmission constante du mouvement.
La présence de saleté ou d'usure dégrade le frottement entre les roues et perturbe le système.
Le montage des roues de friction nécessite une grande précision afin de garantir le roulement efficace des roues.

V. Exercices.

1. Cyclomoteur à galet

Présentation :
les cyclomoteurs sont basés sur des cadres de bicyclette où les inventaires ajoutent un moteur.
La solution la plus simple pour entrainer une roue en rotation a été la transmission à l'aide d'un galet maintenu en pression sur la bande de roulement du pneu.
Travail demandé :



1. Justifier la présence des stries sur le galet.

....

....

2. Déterminer la vitesse de rotation de la roue sachant que N_{galet}= 2000 tr/mn ; d_{galet}= 50 mm et d_{Roue}= 500 mm.

....

....

3. Déterminer la vitesse linéaire du cyclomoteur.

....

....

2. Bande de gaine de convoyeur

Soit une gaine (bande sans fin) entraînée par un système de rouleaux moteurs. La transmission du mouvement de rotation entre les rouleaux est réalisée par friction, c'est à dire par adhérence entre les rouleaux.

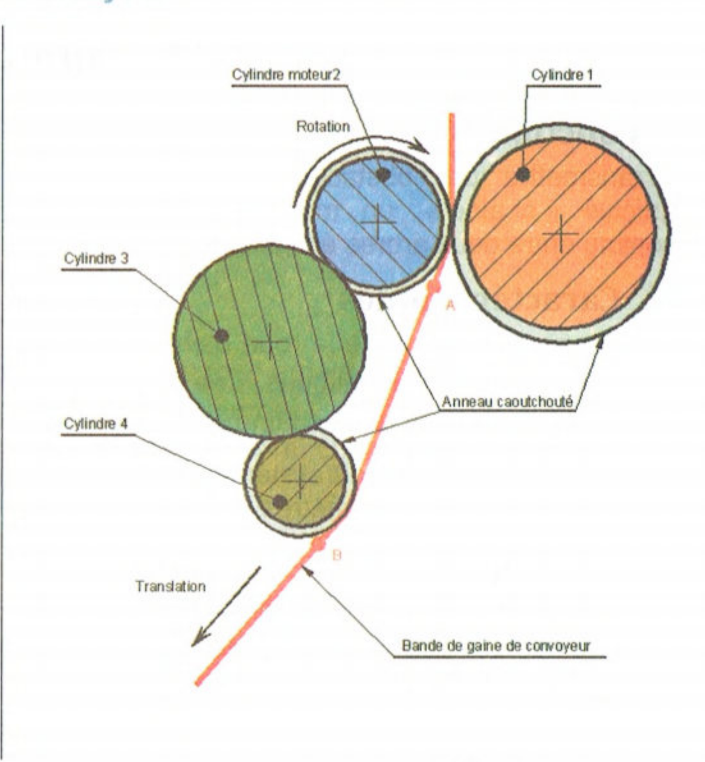
Des anneaux caoutchoutés montés sur les cylindres **1**, **2** et **4** permettent le pincement et l'entraînement de la gaine.

On admet qu'il n'y a pas de glissement entre la bande et les différents éléments qui assurent son déplacement.

On donne :

- La vitesse linéaire de la gaine au point **A**, $V_A = 0,4$ **m/s**
- Les diamètres des cylindres sont respectivement :

$D_2 = 86$ **mm**
$D_3 = 96$ **mm**
$D_4 = 55$ **mm**



Travail demandé :

1. Indiquer le sens de rotation de chaque cylindre sur le schéma ci-dessus
2. Sans calcul, déduire la vitesse linéaire du cylindre moteur 2, **V_2 en m/s**

....

3. Calculer la vitesse de rotation angulaire de ce cylindre 2, **ω_2 en rad/s**

....

4. Calculer la vitesse de rotation de ce cylindre 2, **N_2 en tr/min**

....

5. Exprimer littéralement puis calculer le rapport de transmission entre les cylindres 2 et 4, **$r_{4/2} = (N_4/N_2)$.**

....

6. Calculer la vitesse de rotation du cylindre 4, **N_4 en tr/min**

....

7. Calculer la vitesse linéaire du cylindre 4, **V_4 en m/s**

....

8. Sans calcul, déduire la vitesse linéaire de la gaine au point **B**, **V_B en m/s**

....

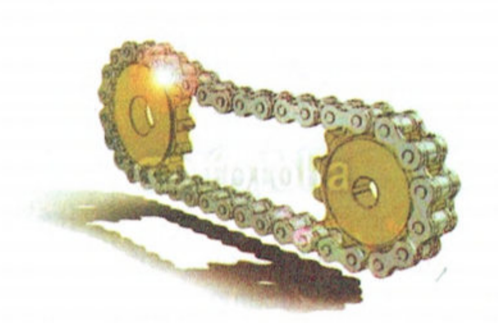
9. Comparer les vitesses linéaires **V_A** et **V_B**.

....

Leçon 11 : Pignons et chaînes.

I. Fonction

Transmettre par obstacle, à l'aide d'un lien articulé « chaîne », un mouvement de rotation continu entre deux arbres éloignés parallèles.



II. Caractéristiques

Les sens de rotation de la roue d'entrée et de la roue de sortie sont identiques. Les mouvements des roues dentées et de la chaîne sont réversibles.

La vitesse de rotation du système peut être modifiée en changeant soit le nombre de dents des deux roues, soit leurs diamètres.

III. Avantages

Longue durée de vie

- Entraînement de plusieurs arbres récepteurs en même temps
- «Basses » vitesses de transmission

(de 13 à 20 m/s pour les chaînes silencieuses)

- Supportent des conditions de travail plus rudes que les poulies-courroies.

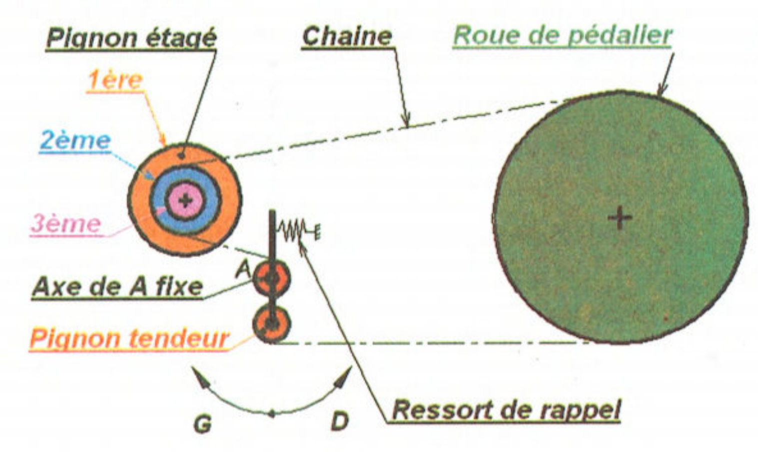
IV. Inconvénients par rapport aux Poulies-Courroies

- Plus bruyantes
- Vitesses de rotation plus faibles
- Lubrification nécessaire

V. Exercices.

1. Transmission d'une bicyclette :

Le schéma cinématique ci-contre, représente une transmission par pignons et chaîne d'une bicyclette.



Travail demandé :

1. Combien de vitesse peut-on avoir sur la roue réceptrice : ....

2. D'après le schéma cinématique ci-dessus, a quelle vitesse roule cette bicyclette ? …………

3. Lorsque vous passez en première vitesse, dans quel sens se déplace le pignon tendeur :

☐ ***Sens gauche G*** ☐ ***Sens droit D***

4. Comment est assurée la transmission : ……………………………

5. On suppose que la vitesse de rotation de la roue du pédalier est constante et de **50 tr/mn**.

6. Calculer chacune des vitesses de rotation de la roue réceptrice, sachant que :
   $Z_1 = 24$ dents ; $Z_2 = 16$ dents ; $Z_3 = 12$ dents et $Z_m = 48$ dents.

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

2. Transmission d'une mobylette :

La transmission de mouvement du moteur de mobylette à la roue arrière se fait en :

1ère étape : du volant au plateau, par un système poulie et courroie.

2ème étape : du plateau à la roue arrière par un système pignon et chaîne, comme le montre le schéma suivant :

Données :

Diamètre de référence de la poulie (1)	$D_1 = 50$ mm	Vitesse de rotation du moteur : $N_m = 1800$ tr/min
Diamètre de référence de la poulie (2)	$D_2 = 150$ mm	Puissance du moteur : $P_m = 2$ KW
Diamètre de la roue arrière (6)	$D_6 = 800$ mm	Rendement poulies courroie : $\eta_1 = 92\%$
Nombre de dents du pignon (3)	$Z_3 = 10$ dents	Rendement pignons et chaîne : $\eta_2 = 95\%$
Nombre de dents de la roue dentée (4)	$Z_4 = 20$ dents	Le plateau (2) et le pignon (3) sont solidaires

Travail demandé :

1. Calculer le rapport de transmission r_1 relatif à la transmission par poulies et courroie :

……………………………………………………………………………………………………

2. Calculer la vitesse de rotation du plateau (2) N_2

……………………………………………………………………………………………………

3. Calculer le rapport de transmission r_2 relatif à la transmission par pignons et chaîne :

....

4. Calculer le rapport global de transmission **rg** entre (1) et (6) :

....

5. Calculer la vitesse de rotation de la roue dentée (4) $\mathbf{N_4}$ par deux méthodes :

1ère méthode : ....

....

2ème méthode : ....

....

6. Déduire la vitesse de rotation de la roue arrière (6) $\mathbf{N_6}$

....

7. Calculer la vitesse de translation au point A de la mobylette $\mathbf{V_{TA}}$ **en (m/s)** puis en **(Km/h)**

....

....

....

8. Calculer le couple exercé par le moteur de mobylette. **Cm**

....

....

9. Calculer la puissance sur le plateau (2). $\mathbf{P_2}$

....

....

10. Calculer le couple exercé sur le plateau (2) $\mathbf{C_2}$ puis déduire la valeur du couple exercé sur le pignon (3).

....

....

11. Calculer la différence des tensions de pose de la courroie (7) sur le plateau (2).

....

....

12. Calculer le rendement global **ηg** de cette transmission.

....

13. Calculer la puissance sur la roue dentée (4). $\mathbf{P_4}$

....

14. Calculer le couple exercé sur la roue dentée (4). $\mathbf{C_4}$

....

Objectifs :
- *Identifier les actions mécaniques appliquées sur un composant isolé.*
- *Déterminer les actions mécaniques appliquées sur un composant isolé.*

Leçon 12 : Statique graphique.

I. Généralités

A. Définition :

La statique est la partie de la mécanique relative à l'équilibre des solides ou des systèmes mécaniques.

1. Les actions mécaniques :

On appelle action mécanique toutes causes susceptibles de :

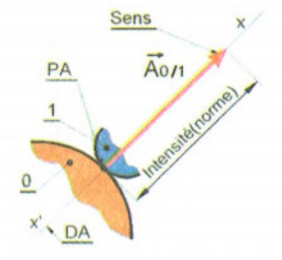
- Créer un déplacement
- Maintenir un corps en équilibre
- Déformer un corps

Une action mécanique est modélisable par un vecteur.

2. Définition d'un vecteur, représentation graphique

Un vecteur est complètement défini si l'on connaît ses 4 paramètres:

- Le point d'application (origine du vecteur)
- La direction (ou droite d'action)
- Le sens
- L'intensité (norme, module)



B. Classification des actions mécaniques :

Il existe deux types d'action mécanique :

1. Actions à distances :

Actions dues à des objets éloignés de l'élément étudié.

Exemples :

- L'aimantation :
- L'attraction terrestre, un corps proche de la terre est soumis au champ de gravité de celle-ci. elle est représentée par un vecteur poids dirigé vers le bas, appliqué au centre de gravité, dont l'intensité est définie par la formule **P = m x g**

2. Actions de contacts (Frottements négligés):

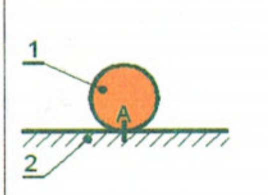
Le fait que deux éléments se touchent, fait apparaître une action mécanique d'un élément sur l'autre.

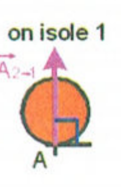
Dans l'étude d'un mécanisme on retrouve les contacts suivants :

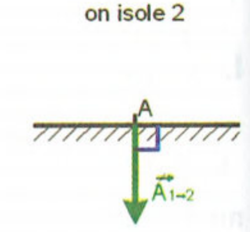
- le contact ponctuel
- le contact linéaire
- le contact surfacique

a) Action ponctuelle ou charge concentrée :

Chaque fois que l'effort de contact est concentré sur un point, l'action peut-être représentée par une force perpendiculaire à la surface de contact et appliquée sur le point de contact.



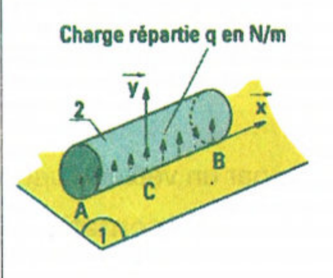


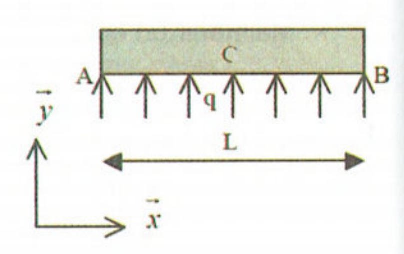


b) Actions réparties sur une ligne :

L'effort de contact réparti sur une ligne peut-être représenté par une charge linéique « q » uniforme (unité : N/m). On pourra remplacer une charge linéique uniforme par sa résultante F, telle que :

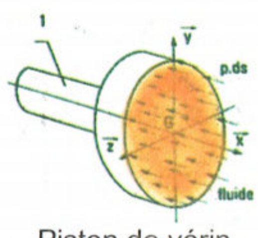
$$P = q \times L$$





c) Actions réparties sur une surface :

L'effort de contact réparti sur une surface peut être représenté par une pression de contact « p » uniforme (unité : Pascal = 1 N/m^2 ou le méga Pascal = 1 N/mm^2). On pourra remplacer une pression de contact uniforme par sa résultante F telle que : F = p x S



Piston de vérin

Calcul de la surface d'un disque :

$$S = \frac{\pi . d^2}{4}$$

Action résultante due à un effort de pression :

$$\left\| \vec{F}_{Fluide/1} \right\| = p . \frac{\pi d^2}{4}$$

Le Pascal : 1Pa = 1 N/m^2

Le méga-Pascal : 1MPa = 106 Pa = N/mm^2

Le bar : 1b = 105 Pa = 0,1 MPa

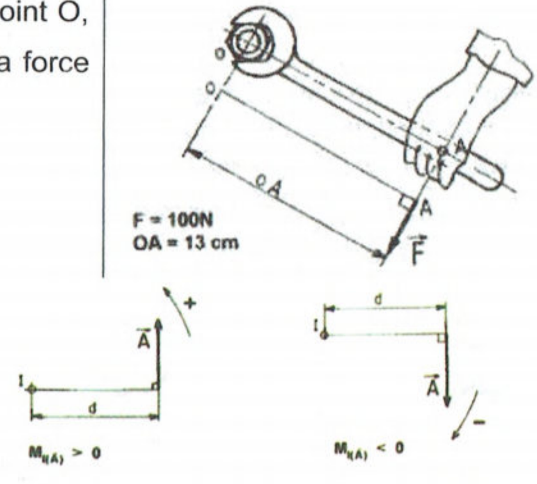
d) Moment d'une force par rapport à un point

On appelle moment d'une force F par rapport à un point O, noté Mo(F) le produit de la force par la distance de la force au point (bras de levier)

$$M_O(\overrightarrow{F}) = F \times OA = F \times d$$

Unité: N.m (Newton x mètre)

Convention de signe



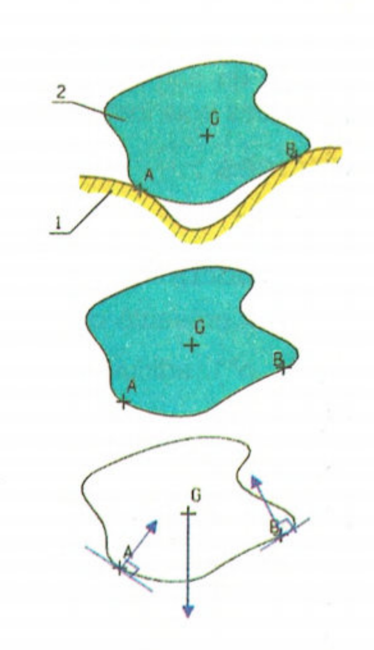
e) Isolement d'un système

Pour isoler un système, il faut:

1- Définir la pièce ou le groupe de pièces isolées (en général en utilisant les repères).

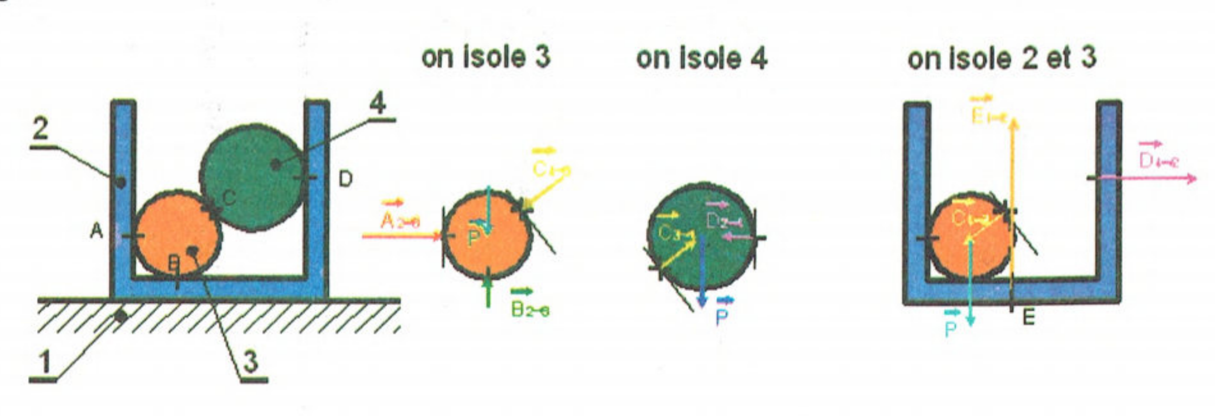
2- Dessiner le système isolé seul dans la même position.

3- Faire l'inventaire des Actions Mécaniques Extérieures agissant sur le système isolé.



Exemple :

Soit l'ensemble ci-dessous composé des 4 pièces 1, 2, 3 et 4, le poids de la pièce 2 étant négligé.

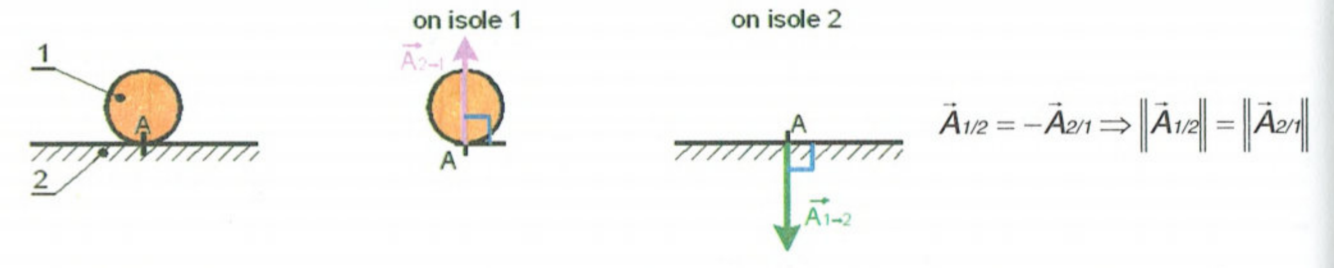


II. Le principe fondamental de la statique :

$$\Sigma \vec{F}_{extérieures} = \vec{0} \quad \text{et} \quad \Sigma \overrightarrow{M_O \vec{F}_{ext}} = \vec{0}$$

Règle 1 : Si un corps solide soumis à deux forces, est en équilibre alors les deux forces sont directement opposées (même direction, même intensité).

Règle 2 : Si un corps solide (1) est en contact en même point **A** avec un corps solide (2), est en équilibre, alors on a 2 actions mutuelles.



Règle 3 : Si un corps solide soumis à trois forces non parallèles, est en équilibre alors les directions de ces trois forces sont concourantes en un même point.

III. Exercices :

1. Abri de train

Mise en situation :

L'abri de train présenté ci-contre est composé d'une toiture n°1 articulée en B et de deux tirants n°2 articulés en A sur la toiture et en C sur le mur n°0.

L'étude à pour but de calculer les actions en A , B et C afin de concevoir les liaisons pivots (choisir la matière et le diamètre des axes).

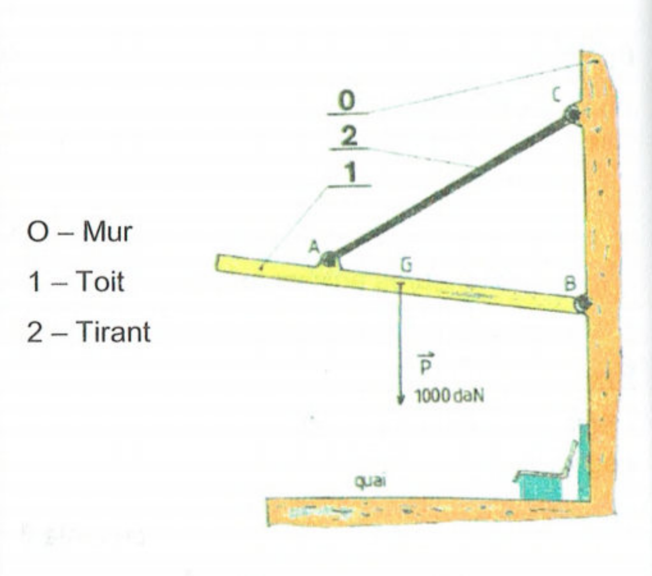
Hypothèses :

- les liaisons sont parfaites
- le poids des pièces est négligé sauf pour la toiture $\|\vec{P}\| = 200\,daN\ en\ G$

O – Mur

1 – Toit

2 – Tirant



Travail demandé :

1- Isoler un tirant n°2 , faire le bilan des A.M.E et écrire le P.F.S.

2- Isoler la toiture n°1 , faire le bilan des A.M.E et écrire le P.F.S.

3- Déterminer graphiquement les actions en A,B et C.

4- Placer les vecteurs forces sur les deux figures (pièce 1 et 2).

5- A quelle sollicitation est soumis le tirant n°2 ?

6- Sachant qu'il y a 2 tirants, quelle va être l'intensité de la force aux deux points A et C ?

Réponses :

1-

Force Extérieure	Point Application	Direction	Sens	Intensité

P.F.S : ....

....

2-

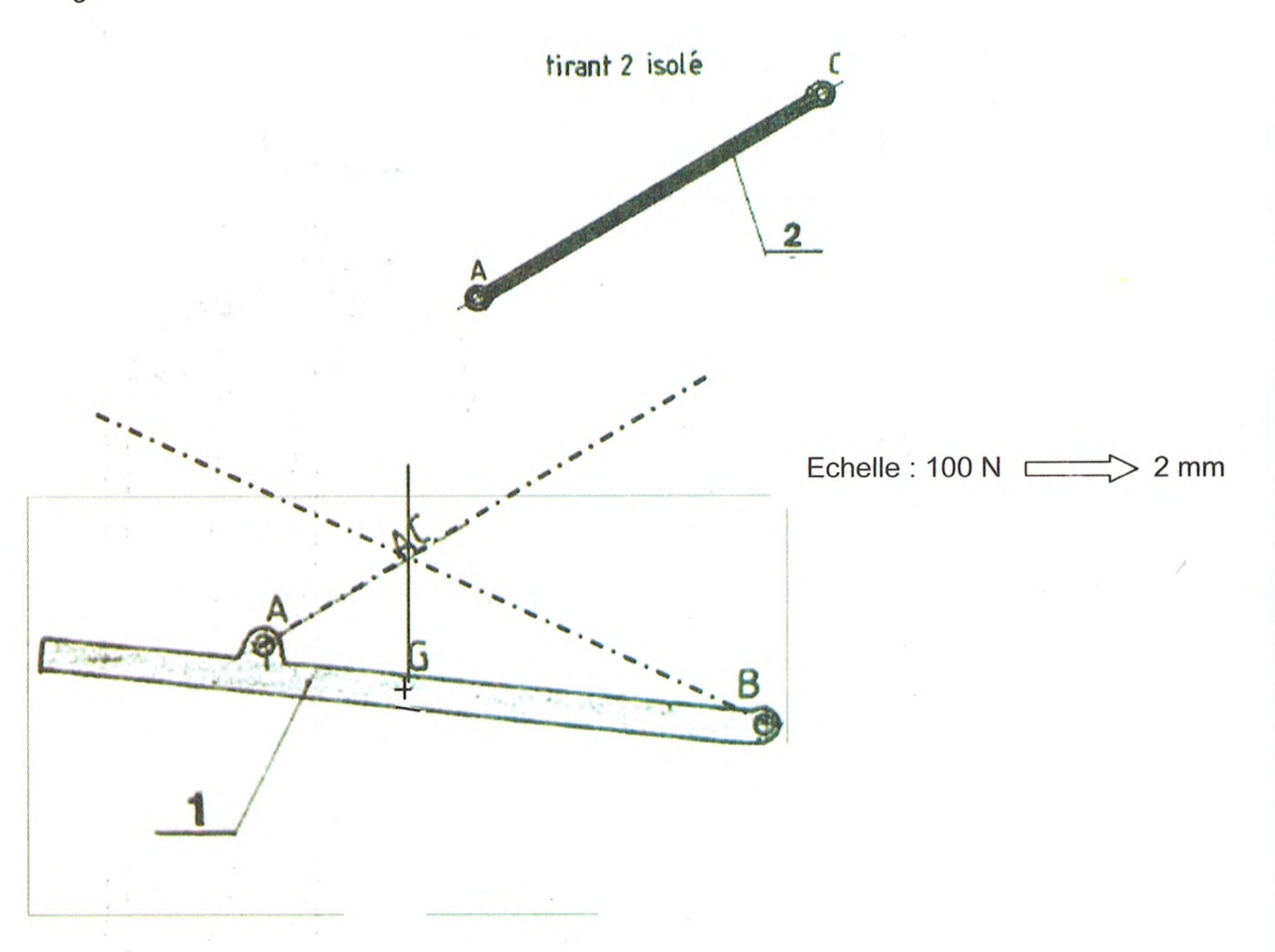
Force Extérieure	Point Application	Direction	Sens	Intensité

P.F.S : ....

....

....

3-



4- $\left\|\vec{A}_{2/1}\right\| =$ .... $\left\|\vec{B}_{0/1}\right\| =$ .... $\left\|\vec{C}_{0./2}\right\| =$ ....

5- ....

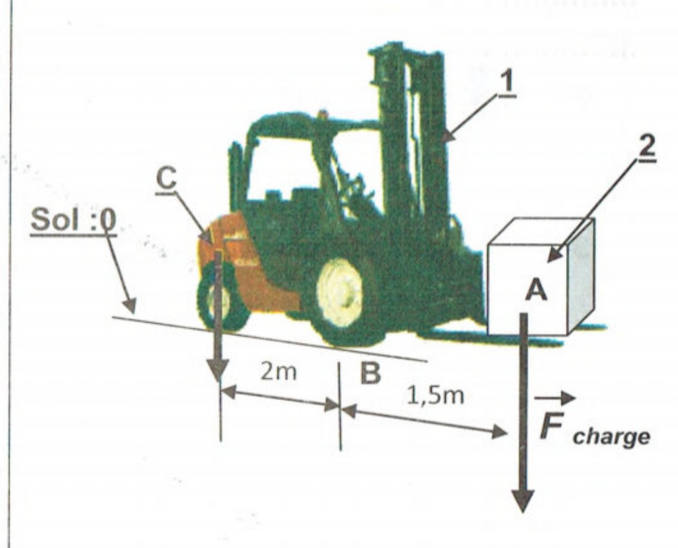
6- ....

2. Elévateur

Mise en situation :

Les élévateurs sont des engins soumis à des utilisations souvent très intensives (voir photos).

Ils sont munis d'un contre poids monté à l'arrière



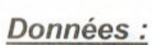
Hypothèses :

-Le poids de l'engin est négligé ainsi que les frottements.

-pas de contact des roues arrière avec le sol.

-le poids du contre-poids $\vec{P}_{C-P}$ est appliqué en C, au-dessus des roues arrières.

Données :



$\left\|\vec{F}_{charge}\right\| = 5000\, daN\ en\ A$

Travail demandé :

1- Faire le bilan des A.M.E exercées sur 1 et écrire le P.F.S.

2- Déterminer l'intensité de $\left\|\vec{P}_{C-P}\right\| = en\ C$ (contrepoids sur roues arrières) pour que l'ensemble reste en équilibre.

3- En déduire la force exercée sur chaque roue avant en B.

4- On considère maintenant en C un poids de 4000 daN (quelque soit la valeur trouvée à la question n°1).

Trouver la nouvelle valeur de $\left\|\vec{F}_{charge}\right\|$ si AB=2m et AB=2,5m.

Réponses :

1-

Force Extérieure	Point Application	Direction	Sens	Intensité

P.F.S : ....

....

....

2- ....

....

....

3- ....

....

4- ....

....

....

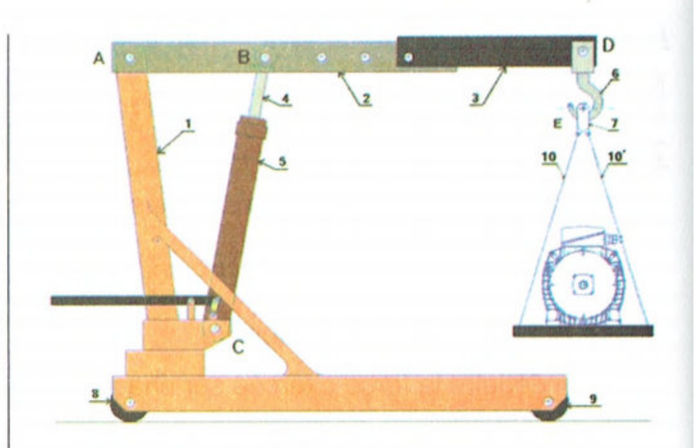
....

3. Grue d'atelier

Présentation ;

L'objectif est de déterminer le diamètre du piston du vérin qui permettra de soulever la charge et de déterminer les actions qui s'exercent sur les câbles en vue d'un dimensionnement (non demandé dans ce sujet).

Une grue d'atelier, utilisée pour divers travaux de maintenance, se compose d'une flèche réglable 2 + 3 articulée en A sur le châssis 1 monté sur deux roues 8 et 9.



La charge à soulever est accrochée en E à un crocher 6 articulé en D sur 3.

L'effort de levage est fourni par un vérin hydraulique 4+5 articulé en B sur 2 et en C sur 1.

Les liaisons en A, B, C et D sont des liaisons pivots dont les centres portent le même nom. Le poids du moteur est de $\left\|\vec{P}_{moteur}\right\|$ = 200 daN.

Hypothèses ;

Le poids des pièces 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 10' est négligé.

Les liaisons sont parfaites, sans jeu et sans frottement.

Le mécanisme admet pour plan de symétrie dimensionnelle et de chargement le plan (O, $\vec{x}$, $\vec{y}$).

Travail demandé ;

1- Isoler l'ensemble {6 + 7 + 10 + 10' + Moteur}, faire le bilan des AME et écrire le PFS. En déduire complètement l'action en D.

2- Isoler le vérin hydraulique {4+5}, faire le bilan des AME et écrire le PFS. (La force en C ne sera pas représentée à l'échelle)

3- soler la flèche {2+3}, faire le bilan des AME et écrire le PFS.

En déduire complètement les résultantes.

4- En admettant que la position étudiée est celle qui sollicite le plus le vérin, et que la pression d'alimentation est de 5 bars (0,5 MPa ou 0,5 N/mm^2) ; calculer le diamètre minimum du piston de vérin à employer.

Réponses :

1-

Forces Extérieures	Points Application	Direction	Sens	Intensité

P.F.S : ....

....

....

2-

Force Extérieure	Point Application	Direction	Sens	Intensité

P.F.S : ....

....

....

3-

Force Extérieure	Point Application	Direction	Sens	Intensité

P.F.S : ....

....

....

....

Echelle : 100 N ⇨ 2 mm

A

B

D

$\left\| \vec{D}_{6/3} \right\|$ = ... $\left\| \vec{B}_{4/2} \right\|$ = ... $\left\| \vec{A}_{1./2} \right\|$ = ...

4- ....

....

Objectifs :
- *Identifier la sollicitation subie par un solide du type poutre*
- *Vérifier la résistance d'un composant*
- *Dimensionner un composant*

Leçon 13 : Flexion plane simple.

I. Généralité :

1- Etude de l'équilibre d'une poutre

On applique le P.F.S
$$\begin{cases} \Sigma\overrightarrow{Fext} = \vec{0} & ❶ \\ \Sigma\overrightarrow{Mi}\overrightarrow{F_{ext}} = 0 & ❷ \end{cases}$$

2- Diagramme des efforts tranchants (T)

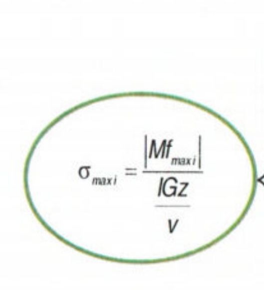
On appelle effort tranchant : moins (-) la somme algébrique des efforts appliqués à gauche de la section considérée.

3- Diagramme des moments flechissants (Mf)

On appelle moment fléchissant : moins (-) la somme algébrique des moments des efforts appliqués à gauche de la section considérée.

4- Contrainte normale (σ)

La contrainte normale (σ) est définie par la formule suivante :

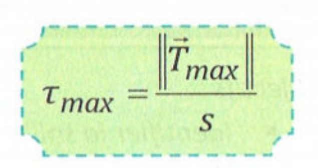


$$\sigma_{maxi} = \frac{|Mf_{maxi}|}{\frac{IGz}{v}}$$

- σ : Contrainte normale maximale [N/mm^2]
- $|Mf_{Max}|$: Moment de flexion maximale [N.mm]
- $\frac{IGz}{v}$: Module de flexion de la section droite (S) [mm^3]
- IGz : Moment quadratique par rapport à l'axe (Gz) [mm^4]
- v : Distance du point le plus éloignée de (Gy) [mm]

5- Contrainte tangentielle :

Les contraintes tangentielles τ sont uniformément réparties dans la section droite.

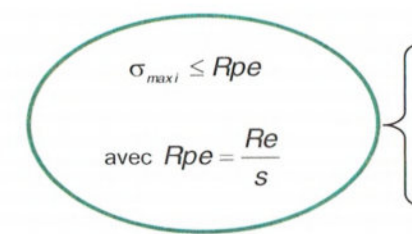


- τ_{max}: Contrainte tangentielle moyenne en (**N/mm²** ou **MPa**)
- T_{max}: Effort tranchant maximal dans la section droite (**S**) en (**N**)
- S : Aire de la section droite (**S**) en (**mm²**)

L'effet de cette contrainte τ est généralement négligé devant la contrainte normale σ.

6- Condition de résistance

Pour des raisons de sécurité la contrainte normale due à la flexion doit rester inférieure à la résistance pratique à l'extension.



- Rpe : résistance pratique à l'extension [MPa]
- Re : résistance élastique à l'extension [MPa]
- s : coefficient de sécurité [sans unité]

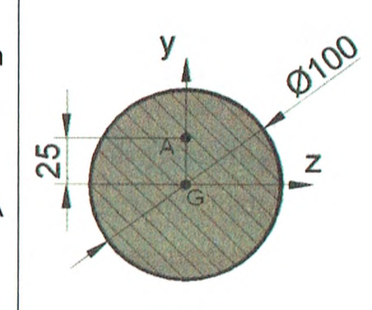
7- Expressions de moments quadratiques et moments de flexions usuels

Surface				
IGZ	$\frac{b.h^3}{12}$	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{\pi.d^4}{64}$	$\frac{\pi.(D^4 - d^4)}{64}$
V	$\frac{h}{2}$	$\frac{a}{2}$	$\frac{d}{2}$	$\frac{D}{2}$

II. Exercices

Exercice 1

Une poutre de section circulaire de diamètre d= 100 mm supporte un effort tranchant T_y = ***67,4 kN*** et un moment fléchissant M_f = ***11300 Nm***.



Travail demandé:

Déterminer la contrainte normale et la contrainte tangentielle en A d'ordonnée y_A = 25.mm

Réponse:

....

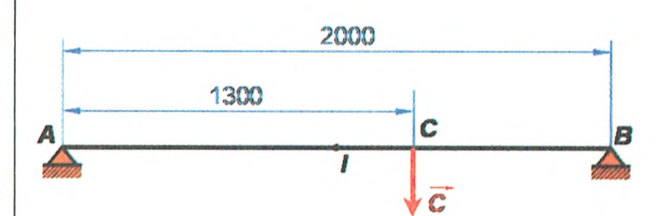
....

....

Exercice 2

Une poutre à section constante repose sur deux appuis sans adhérence situés en A et B.

Cette poutre est soumise à une action mécanique C = 1200 N



Travail demandé:

1) Déterminer les actions exercées par les appuis en A et B.
2) Déterminer le moment fléchissant en I milieu de la poutre.

Réponses:

1) ....

....

2) ....

....

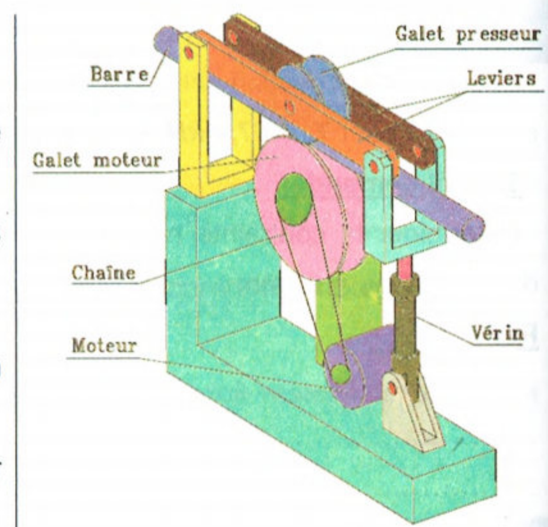
III. Problèmes

Problème1

Mise en situation :

L'embarreur fait partie d'un système d'amenage de barre à un poste de cisaillage.

Les lopins (morceaux débités) sont cisaillés dans des barres de longueur 6 mètres.



Fonctionnement du tracteur embarreur :

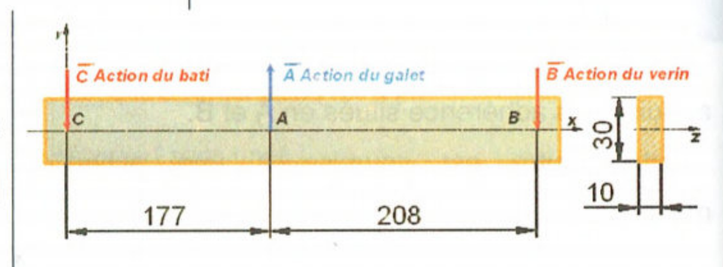
Un moteur entraîne par l'intermédiaire d'une chaîne, un galet moteur.

Un vérin à l'aide de deux leviers et d'un galet presseur fournit l'effort nécessaire à l'entraînement de la barre.

Données et hypothèses :

Nous allons étudier un levier.

Une étude préliminaire a permis de déterminer l'effort $\|\vec{A}\|=130{,}5$ daN permettant d'avoir un entraînement correct



Travail demandé:

1) Déterminer les actions mécaniques exercées par les appuis en B et C.
2) Tracer les diagrammes des efforts tranchants et des moments fléchissants entre B et C
3) Déduire la valeur et la position de T_{ymax} et de Mfz_{max}.
4) A quelle sollicitation est soumis le levier ?
5) Calculer le moment quadratique dans la section la plus sollicitée. $Iz = (b.h^3)/12$
6) Déterminer la contrainte σ Maxi.
7) Sachant que le matériau est de résistance à la limite élastique par extension Re = 340 N/mm^2, b = 10 mm et h = 30 mm, déduire le coefficient de sécurité utilisé pour le montage.
8) Pour des raisons économiques le constructeur a décidé de remplacer le levier par un autre de matériau différent moins couteux dont la résistance à la limite élastique par extension Re' = 100N/mm^2 et de coefficient de sécurité s = 4

   Calculer les dimensions transversales de la nouvelle poutre sachant que b' = 2 h'.

Réponses:

1) ....

....

2) Diagramme des efforts tranchants :

....

....

....

....

Diagramme des moments fléchissants :

....

....

....

....

....

....

....

3) ....

....

....

4) ....

....

....

5) ....

....

....

6) ....

....

....

7) ....

....

....

8) ....

....

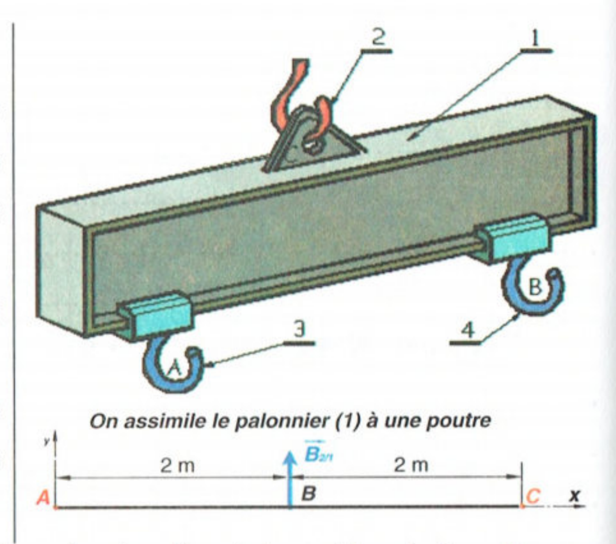
....

Problème2

Le « Palonnier » proposé est utilisé pour le relevage des charges de grandes dimensions. Les charges sont fixées en A et en B par l'intermédiaire des deux élingues à crochet **(3)** et **(4).**

L'effort de relevage est exercé en C sur le crochet **(2)** par l'intermédiaire d'un palan ou d'une grue.

Soit à construire le palonnier **(1)** à partir d'une poutre **IPE** standard, sachant que la charge maximale à relever est de **8000 daN.**



On assimile le palonnier (1) à une poutre

On demande d'étudier la flexion du palonnier **(1),** sachant qu'il est de poids négligeable par rapport aux charges levées.

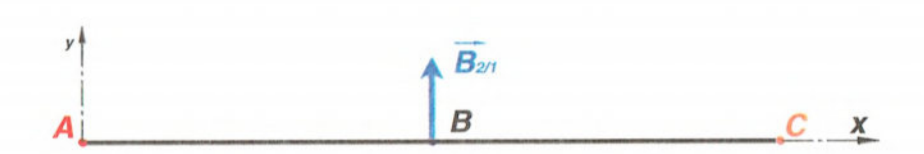
Travail demandé :

1) Placer et donner le bilan des actions extérieures.
2) Déterminer analytiquement l'intensité des actions $\vec{A}_{3/1}$ et $\vec{B}_{4/1}$.
3) Déterminer et tracer le diagramme des efforts tranchant ***T*** le long de la poutre.
4) Déterminer et tracer le diagramme des moments fléchissants ***Mf*** le long de la poutre.
5) On impose une contrainte normale admissible de flexion ***σadm = 10 daN/mm²***.Déterminer dans le tableau ci-dessous le profil à choisir ainsi que ses caractéristiques dimensionnelles.

Moments quadratique des profilés usuels	profil	h (mm)	b (mm)	a (mm)	e (mm)	S (cm²)	kg.m⁻¹	Iz/(cm⁴)	Iz/Vz (cm³)
IPE	80	80	46	3,8	5,2	7,64	6,0	80,1	20,0
	100	100	55	4,1	5,7	10,3	8,1	171	34,2
	120	120	64	4,4	6,3	13,2	10,4	318	53,0
	140	140	73	4,7	6,9	16,4	12,9	541	77,3
	160	160	82	5,0	7,4	20,1	15,8	869	109
	180	180	91	5,3	8,0	23,9	18,8	1 317	146
	200	200	100	5,6	8,5	28,5	22,4	1 943	194
	220	220	110	5,9	9,2	33,4	26,2	2 772	252
	240	240	120	6,2	9,8	39,1	30,7	3 892	324
	270	270	135	6,6	10,2	45,9	36,1	5 790	429
	300	300	150	7,1	10,7	53,8	42,2	8 356	557
	330	330	160	7,5	11,5	62,6	47,4	11 770	713
	360	360	170	8,0	12,7	72,7	57,1	16 270	904
	400	400	180	8,6	13,5	84,5	66,3	23 130	1160
	450	450	190	9,4	14,6	98,8	77,6	33 740	1500
$V_z = h/2$	500	500	200	10,2	16,0	116	90,7	48 200	1930
$V_y = b/2$	550	550	210	11,1	17,2	134	106,0	67 120	2440
	600	600	220	12	19,0	156	122,0	92 080	3070

Réponses :

1)



Force Extérieure	Point Application	Direction	Sens	Intensité

2) ……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

3) Diagramme des efforts tranchants :

……………………………………………………

……………………………………………………

……………………………………………………

……………………………………………………

T (daN) **Diagramme des efforts tranchants**

A B C x

4) Diagramme des moments fléchissants :

……………………………………………………

……………………………………………………

……………………………………………………

……………………………………………………

……………………………………………………

……………………………………………………

……………………………………………………

Mf (Nm) **Diagramme des moments fléchissants**

A B C x

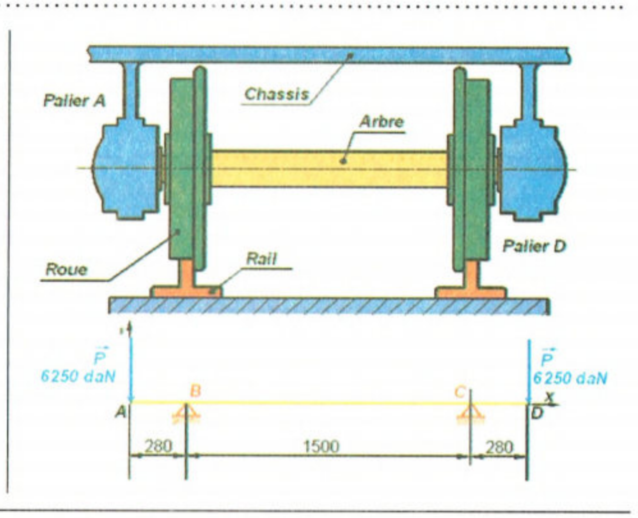
5) ……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

Problème3

Un arbre d'essieu de wagon de diamètre d = 100 supporte deux charges $\left\|\vec{P}\right\| = 6250\, daN$, symétriquement en A et D, exercées par les paliers à roulement.

L'arbre est en acier de résistance à la limite élastique 300 Mpa et de coefficient de sécurité s=2



Travail demandé :

1) Déterminer les actions mécaniques exercées par les roues en B et C.
2) Déterminer les équations de l'effort tranchant T, et du moment de flexion Mfz le long de la poutre AC est construire les diagrammes correspondants.

Déduire la valeur et la position de T_{ymax} et de Mfz_{max}.

3) Calculer σ_{max} puis vérifier la résistance de la poutre à la flexion.
4) En adoptant un coefficient de sécurité s=3, calculer le diamètre minimal de la poutre pour qu'elle résiste à la flexion.
5) Si la poutre était cylindrique et creuse que devraient être alors D et d (d = 0,8D) pour que la poutre résiste à la flexion. s = 3.

Réponses :

1) ....

....

2) Diagramme des efforts tranchants :

....

....

....

....

....

....

T (daN) — *Diagramme des efforts tranchants*

A B C D x

Diagramme des moments fléchissant :

....

....

....

....

....

....

....

....

Mf (Nm) — *Diagramme des moments fléchissants*

A B C D x

....

....

3) ……………………………………………………………………………………………………

………

………

………

4) ……………………………………………………………………………………………………

………

………

………

5) ……………………………………………………………………………………………………

………

………

………

Objectifs :

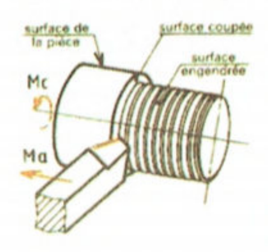
- *Préciser les procédés d'obtention utilisés pour réaliser une pièce*
- *Contrôler une pièce.*

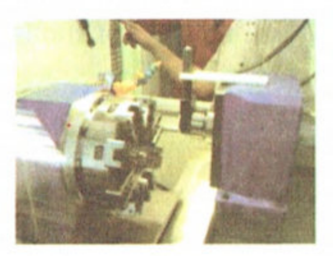
Leçon 14 : Obtention des pièces par enlèvement de la matière.

Usinage : le tournage

Une pièce généralement cylindrique est placée sur un tour qui la met en rotation. Un outil de coupe tangente alors la pièce et usine donc la surface soit à l'extérieur, soit à l'intérieur.

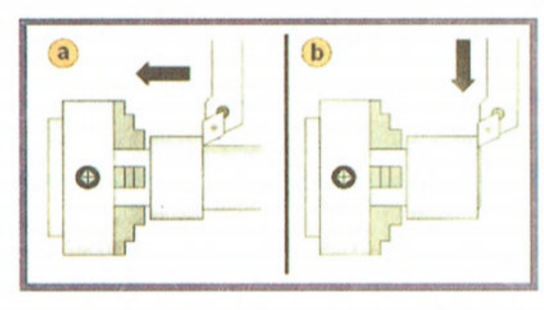
Plusieurs passages sont souvent nécessaires.

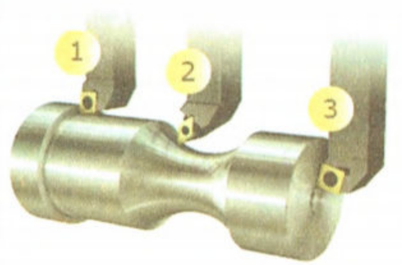




ée :
de révolution :





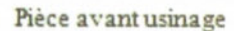


Comment reconnaître une pièce tournée :

Une pièce tournée comporte des formes de révolution : perçage, épaulement, arbre, vis.

Usinage : le fraisage

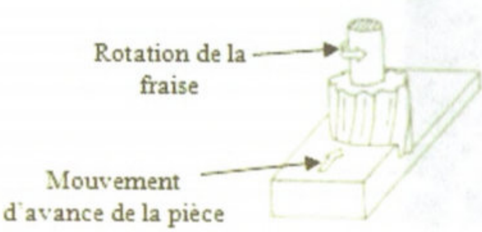
Une pièce est placée sur une fraiseuse. Un outil (la fraise) balaye une surface en plusieurs « passes ».

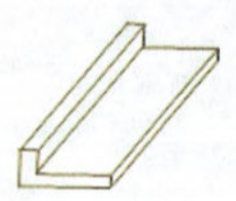


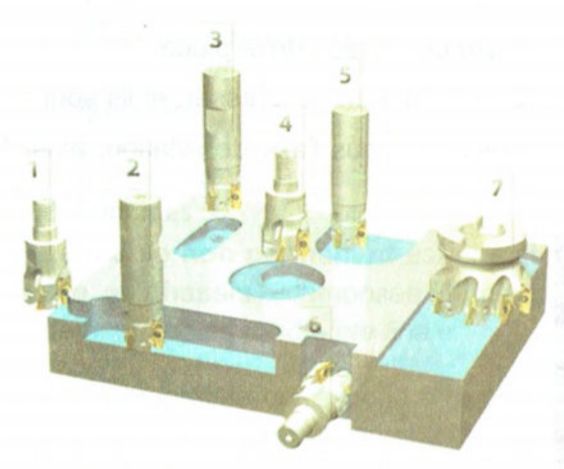


Pièce après usinage







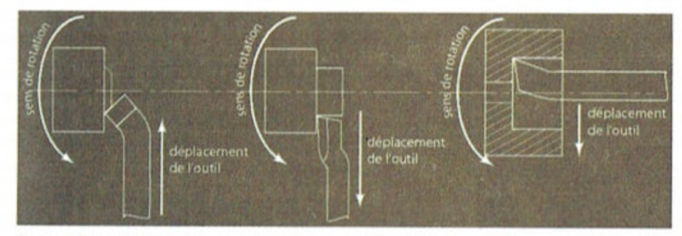


Comment reconnaître une pièce fraisée :

Une pièce fraisée comporte des surfaces planes ou des contours ayant un très bon état de surface.

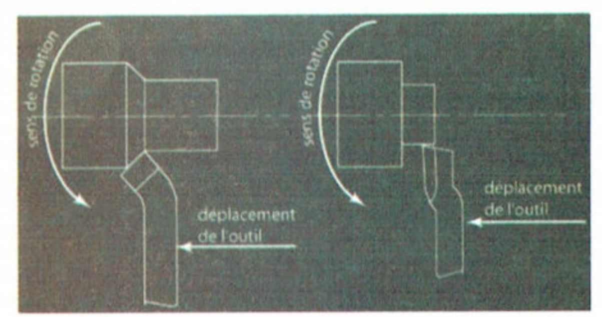
Le dressage est une opération qui consiste à usiner des faces plates en extérieur ou intérieur, un tour, par un déplacement de l'outil de coupe suivant un axe perpendiculaire à l'axe de rotation de la pièce.

Les outils utilisés pour cette opération sont : L'outil à chariotter coudé, L'outil couteau ou ravageur et l'outil à aléser dresser.



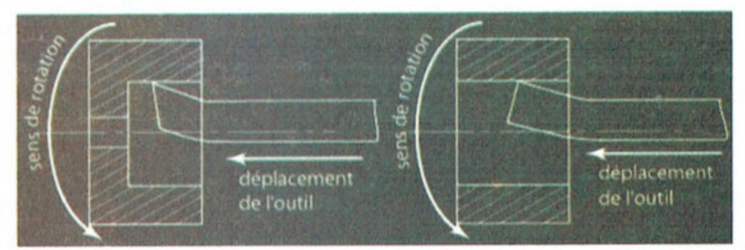
Le chariotage est une opération qui consiste à usiner sur un tour, un cylindre extérieur, d'un certain diamètre, par déplacement de l'outil de coupe, suivant un axe parallele à l'axe de rotation de la pièce.

Les outils utilisés pour cette opération sont : L'outil à chariotter droit, L'outil à chariotter coudé, L'outil couteau ou ravageur.



L'alésage est une opération qui consiste à usiner sur un tour un cylindre en creux, par déplacement de l'outil de coupe, suivant un axe parallèle à l'axe de rotation de la pièce.

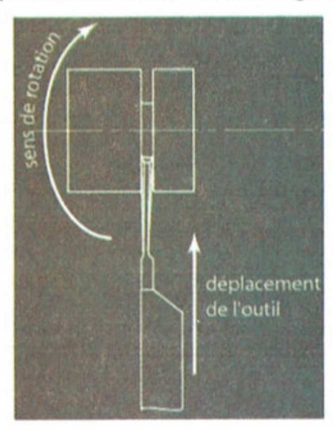
Les outils utilisés pour cette opération sont : L'outil à aléser, L'outil à aléser dresser, et ils sont en général montés à l'envers, c'est à dire que le copeau se découpe sous l'axe de rotation, ainsi il s'évacue plus facilement.



Le tronçonnage est une opération qui consiste à couper par usinage sur un tour une pièce en plusieurs parties, par le déplacement de l'outil suivant un axe perpendiculaire à l'axe de rotation de la pièce.

Les outils utilisés pour cette opération sont : l'outil à tronçonner ou col de cygne, l'outil à saigner, il est recommandé de monter ces outils à l'envers, c'est à dire que le copeau se découpe sous l'axe de rotation, ainsi le copeau s'évacue plus facilement.

J'ai indiqué dans la désignation des outils que pour ces deux outils, il était souhaitable d'avoir la partie avant avec un léger rayon pour permettre un dégagement plus facile du copeau.



Leçon 15 : Obtention des pièces par moulage.

I- Moulage en moule non permanent :

I.1 Définition

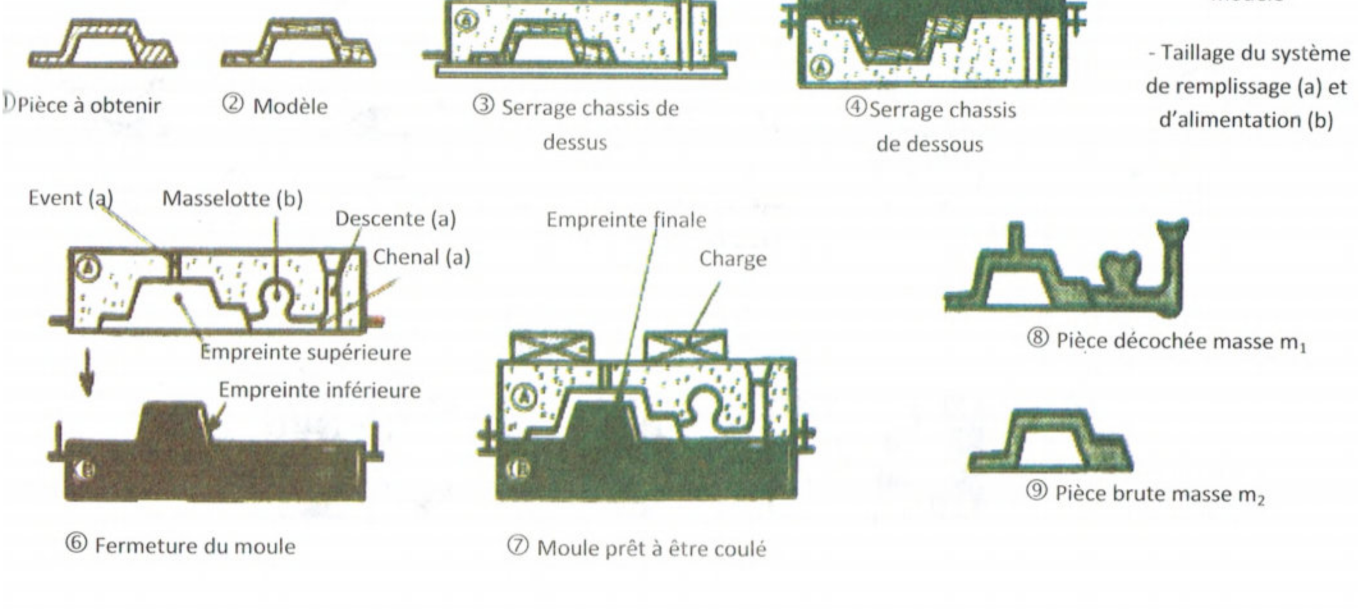
Le moulage permet d'obtenir des pièces complexes en coulant du métal en fusion dans un moule.

I.2 Principes :

Le **moule non permanent** est une structure principalement réalisée en matériaux de moulage (**sable et chassis**), composée d`une ou de plusieurs parties et offrant après assemblage un évidement appelé *empreinte finale*.

Cette empreinte correspond à la pièce brute (en tenant compte du retrait) et aux systèmes de remplissage et d'alimentation. Après coulée de l'alliage, cette structure est désagrégée (décochage) pour extraire la pièce brute. Chaque partie du moule correspondant à une forme de la pièce constitue une *empreinte partielle*.

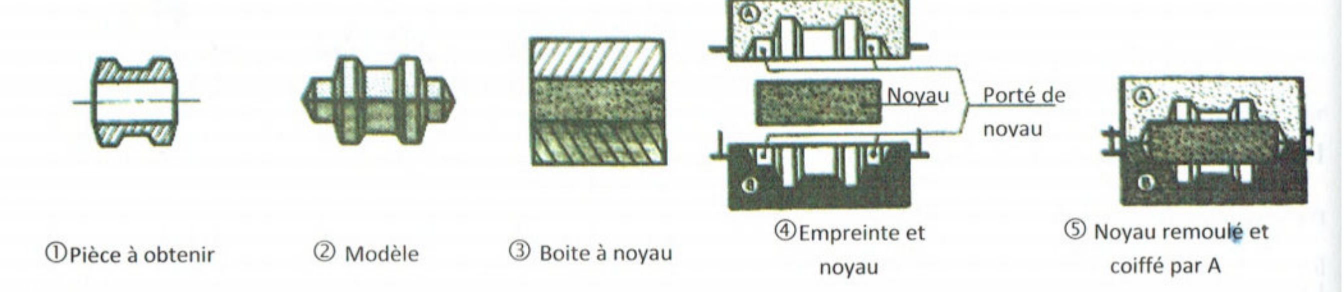
- *Une empreinte* donne généralement les formes extérieures de la pièce.



① Pièce à obtenir
② Modèle
③ Serrage chassis de dessus
④ Serrage chassis de dessous
⑤ - Démoulage du modèle
- Taillage du système de remplissage (a) et d'alimentation (b)
⑥ Fermeture du moule
⑦ Moule prêt à être coulé
⑧ Pièce décochée masse m_1
⑨ Pièce brute masse m_2

$$\text{Mise au mille} = \frac{m_1}{m_2}$$

➢ *un noyau* donne généralement les formes intérieures de la pièce .



①Pièce à obtenir ② Modèle ③ Boite à noyau ④Empreinte et noyau ⑤ Noyau remoulé et coiffé par A

I.3- Procédés particuliers :

I.3.1- Le moulage en carapace :

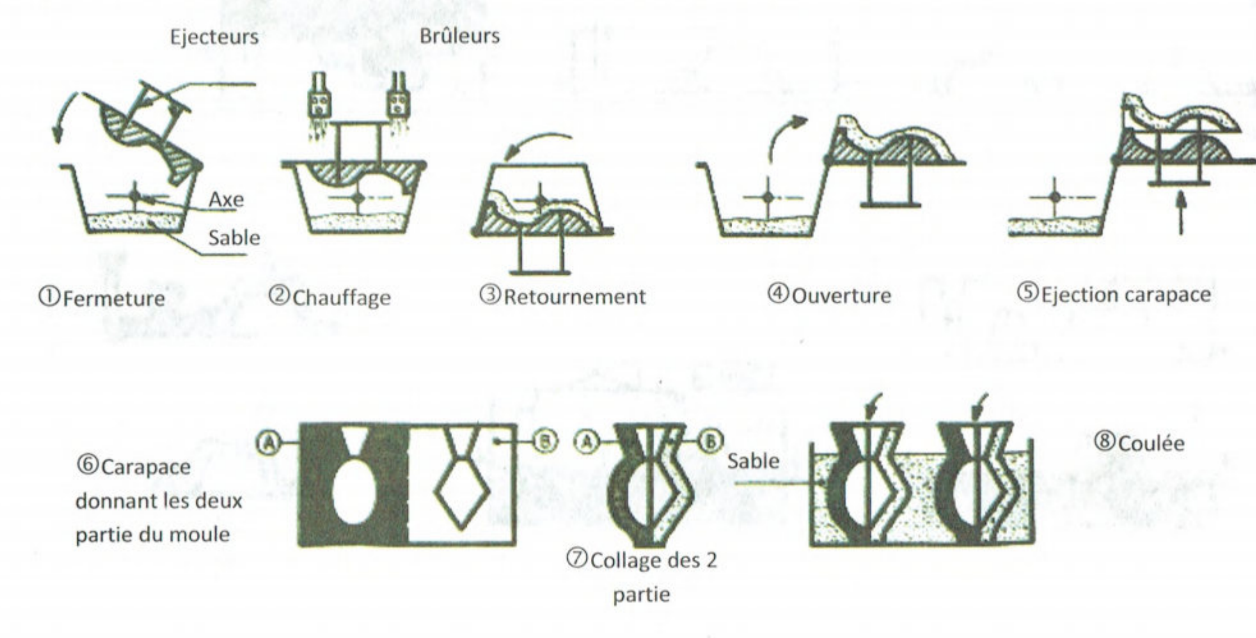
Connu sous le nom de *procédé Croning,* réalise des empreintes et des noyaux présentant la forme d'une carapace de 4 à 8 mm d épaisseur.

Du sable siliceux préalablement enrobé de résines thermodurcissables est mis en contact d'un outillage chauffé à 300° environ.

L'agglomération du sable, par polymerisation. se propage dans l'épaisseur du sable.

Formation d'une croûte dont l'épaisseur dépend du temps de contact avec l'outillage (plaques modèles ou boîtes à noyaux).

Le choix d'un sable de faible granulométrie et d'un outillage très élaboré permet de réaliser des *moulages de précision, de faible rugo*sité et *de bonne précision dimensionnelle.*



①Fermeture ②Chauffage ③Retournement ④Ouverture ⑤Ejection carapace

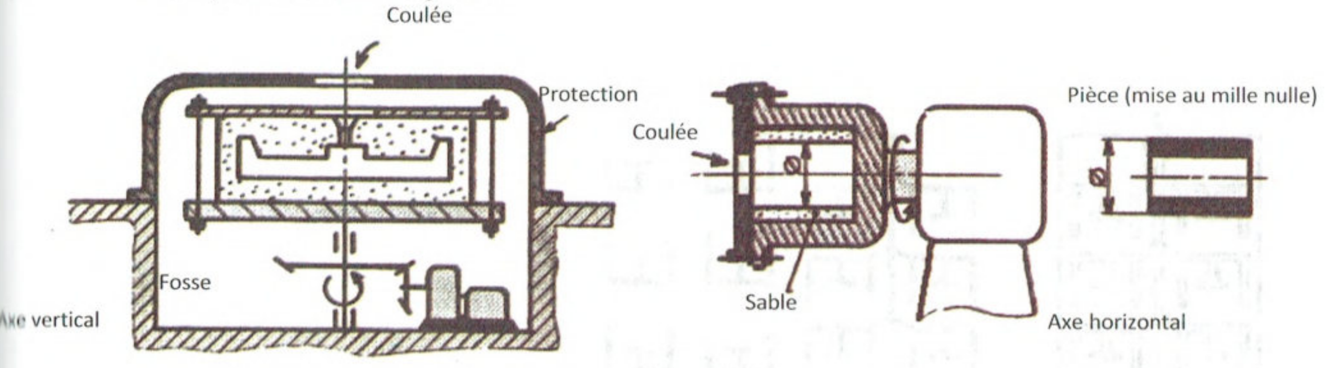
⑥Carapace donnant les deux partie du moule ⑦Collage des 2 partie ⑧Coulée

I.3.2- Le moulage par centrifugation :

Selon le type de pièce le moule est monté sur une machine à centrifuger d'axe horizontal, oblique ou vertical.

On applique à l'alliage une accélération centrifuge de plusieurs dizaines de g.

- Évite l'emploi de noyaux axiaux (bagues);
- Compacité de la pièce augmentée;
- Diminution de la mise au mille: diminution ou suppression des systèmes de remplissage et d'alimentation:
- Emploi de moules rigides.



I.3.3- Le moulage avec modèle non permanent :

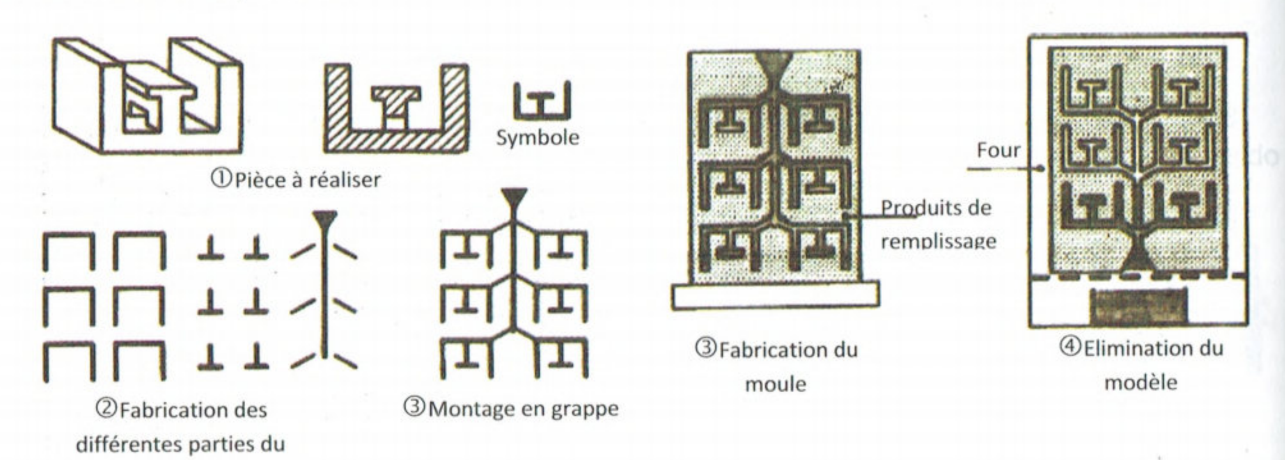
Le moule généralement en une partie est réalisé autour d'un modèle sans possibilité de démoulage.

Le modèle comporte la forme de la pièce ainsi que les systèmes de remplissage et d'alimentation. Le moule et le modèle sont détruits dans le cycle de fabrication de la pièce moulée.

Conditions générales d'emploi :

- Si le coût d'un modèle permanent n'est pas justifié : prototypes, pièces unitaires.
- Pour la simplification du moule lorsque d'autres procédés de moulage nécessitent un grand nombre de parties.

Procédé à la cire perdue :



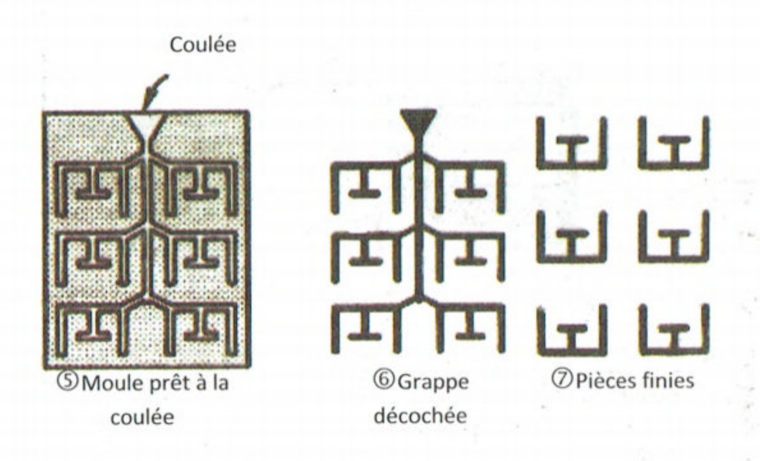
①Pièce à réaliser

②Fabrication des différentes parties du modèle

③Montage en grappe

③Fabrication du moule

④Elimination du modèle

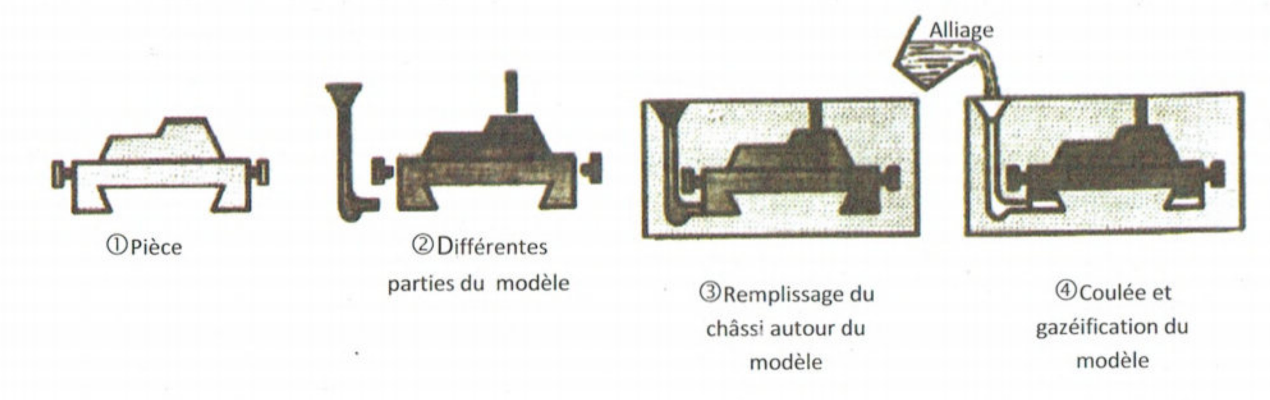


⑤Moule prêt à la coulée

⑥Grappe décochée

⑦Pièces finies

Procédé à modèle gazéifiable :



①Pièce

②Différentes parties du modèle

③Remplissage du châssi autour du modèle

④Coulée et gazéification du modèle

II- Moulage en moule permanent :

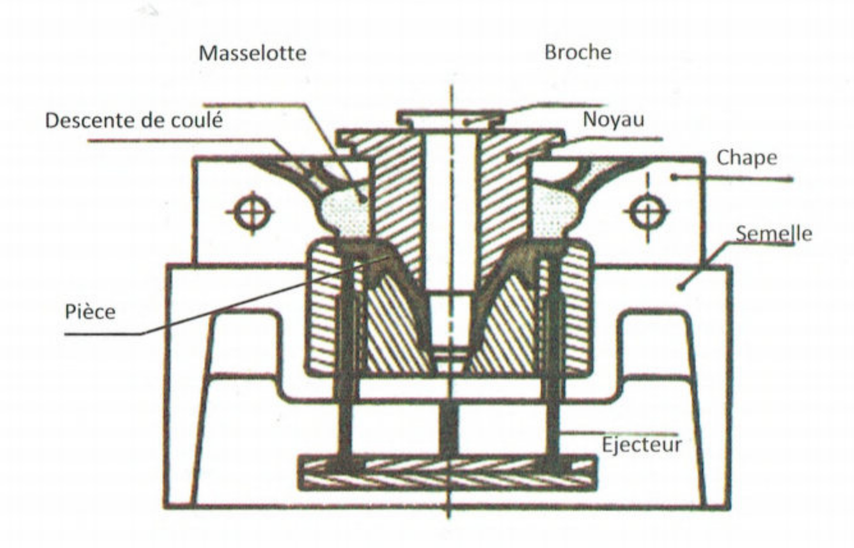
Le moule permanent peut supporter plusieurs coulées successives avant sa mise hors service. Les opérations fondamentales que sont **le moulage** (obtention des formes), **le remplissage** en alliage liquide, **l'alimentation** de la pièce pendant la solidification, et enfin **le démoulage** de cette pièce sont assurés par le moule qui devra donc être mécanisé presque totalement. La répétition de ces opérations amène à parler de cycle de moulage et de cadence de production, ceci pour un moule déterminé.

Le remplissage et l'alimentation sont déterminés par la pesanteur, le moule étant appelé **coquille**, d'où la désignation courante de cette technique de moulage: *coulée en*

coquille, par gravité.

➢ Ce procédé peut être utilisé avantageusement à partir d'une série minimale de 2000 pièces.

Schéma d'une coquille (principaux éléments) :



Nota : Il existe des machines à couler sous pression. L'appareillage nécessaire est complexe. Ce procédé n'est rentable qu'à partir d'une production de 10000 pièces.

DC1

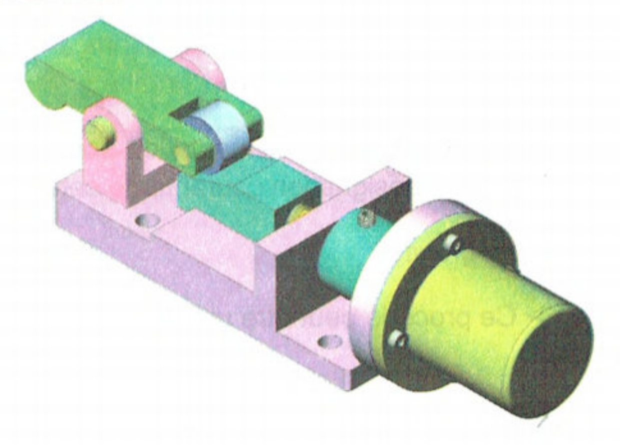
Dispositif de serrage

A. Description fonctionnelle du système :

Le dispositif de serrage, est utilisé dans un poste automatique de fraisage en vue de fixer une pièce à usiner.

Le dispositif est fixé sur la table de la fraiseuse par quatre vis non représentées.

Le serrage et le desserrage de la pièce à usiner sont obtenus grâce à la rotation de la vis de manœuvre **(7)** (liée à l'arbre moteur **(19)**) qui provoque la translation de la cale **(6)** assurant le pivotement de la bride **(1)** autour de l'axe **(2)**.



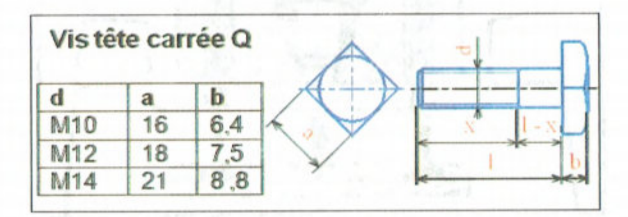
B. Eléments standards :

Ecrous hexagonaux NF E 25-401

D	Pas	a	h
M 6	1	10	5.2
M 8	1.25	13	6.8
M 10	1.5	16	8.4
M 12	1.75	18	10.8
M 14	2	21	12.8

Rondelles d'appui

d	A				B		C
	Série				Fabrication		
	Z	M	L	LL	U	N	
10	20	22	27	36	10,25	11	2
12	24	27	32	40	12,5	14	2.5
14	27	30	36	45	14,5	16	2.5



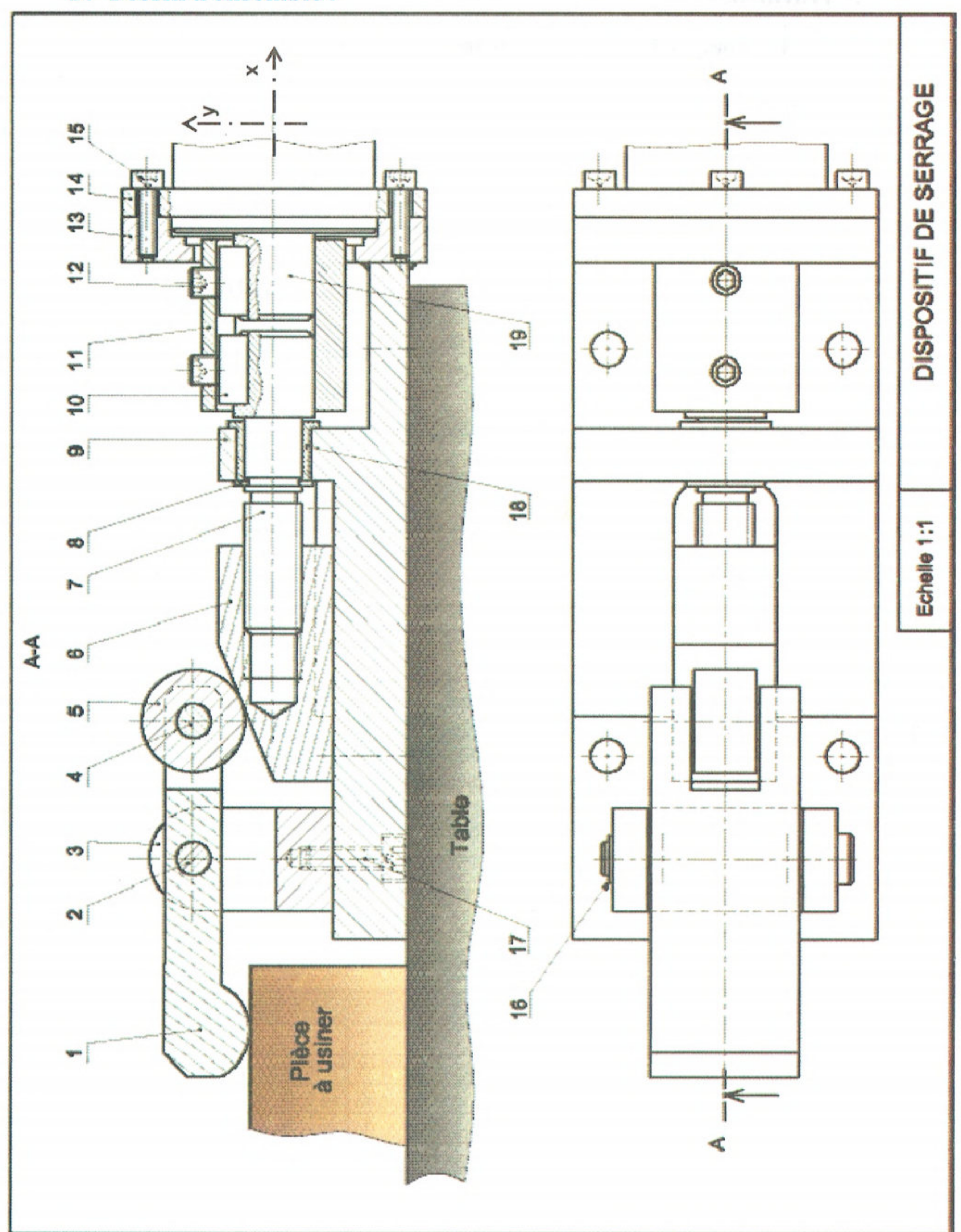
Vis tête carrée Q

d	a	b
M10	16	6,4
M12	18	7,5
M14	21	8,8

C. Nomenclature :

Rep	Nb	Désignation	Matériau	Rep	Nb	Désignation	Matériau
10	2	....					
9	1	Support	S275	19	1	Arbre moteur	
8	1	....		18	1	Coussinet	Cu Sn 9 P
7	1	Vis de manœuvre	....	17	2	....	
6	1	Cale oblique	E295	16	1	Anneau élastique	55CoCr4
5	1	Galet		15	4	Vis Chc -M4	
4	1	Axe	C 40	14	1	Moteur	
3	1	Chape	E295	13	1	Boîtier	EN-GJL-250
2	1	Axe	C 40	12	2	....	
1	1	Bride	E295	11	1	Douille	

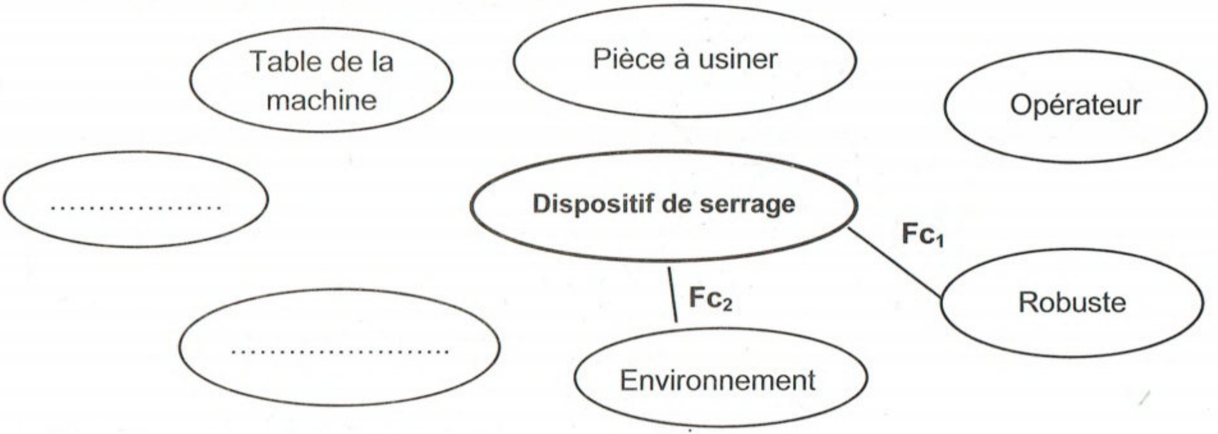
D. Dessin d'ensemble :



E. Travail demandé :

1. Analyse fonctionnelle externe du système :

1- En se référant au dossier technique, compléter le diagramme d'interaction « pieuvre » correspondant au dispositif de serrage.



2- Formuler les fonctions de service.

Fonction de Service	Formulation
FP1	…………………………………………………………………………… ……………………………………………………………………………
FC1	…………………………………………………………………………… ……………………………………………………………………………
FC2	…………………………………………………………………………… ……………………………………………………………………………
FC3	Respecter les normes de sécurité
FC4	S'adapter à l'énergie disponible
FC5	…………………………………………………………………………… ……………………………………………………………………………

3- Hiérarchiser et valoriser les fonctions de service.

	Fc1	Fc2	Fc3	Fc4	Fc5	POINTS	%
FP	FP 2	FP 2	FP 2	FP 2	FP 2	………	……
	Fc1	Fc1 2	………	Fc1 2	Fc1 1	5	……
		Fc2	Fc3 2	Fc4 …	Fc5 2	0	……
			Fc3	………	Fc3 1	5	……
				Fc4	Fc5 2	1	……
					Fc5	……	……
						………	100

4- Représenter l'histogramme des fonctions de services

%

Echelle : ....

FS

2. Analyse structurelle :

1- Lecture du dessin d'ensemble

a) À partir du dessin d'ensemble du dispositif de serrage compléter la désignation normalisée des pièces suivantes :

Pièce	Désignation
17	....
10	....
8	....
12	....

b) Donner la fonction des composants suivants.

Composant	Fonction
La vis **(15)**	....
La vis **(12)**	....
L'anneau élastique **(16)**	....

c) Donner le nom de l'usinage effectué sur:

- le support **(9)** dans le quel est implantée la tête de la vis **(17)** :...
- la vis de manœuvre **(7)** dans la quelle est implantée la pièce **(10)** :...................................
- la vis de manœuvre **(7)** dans la quelle est implantée la pièce **(8)** :.....................................

d) Expliquer les désignations normalisées des matériaux suivants.

Cu Sn 9 P : ....

....

S275 : ....

....

e) La vis de manœuvre **(7)** est en acier fortement allié de **0,08%** de carbone, **18%** de chrome et **9%** de nickel.

Donner la désignation de ce matériau : ....

2- Liaisons mécaniques

a) Compléter les classes d'équivalence cinématique du système

A = {9, 18, ...}

B = { 19, 12, ...}

C = {6}

D = {5}

E = {1, ...}

b) Compléter le graphe de liaisons

A

E

B

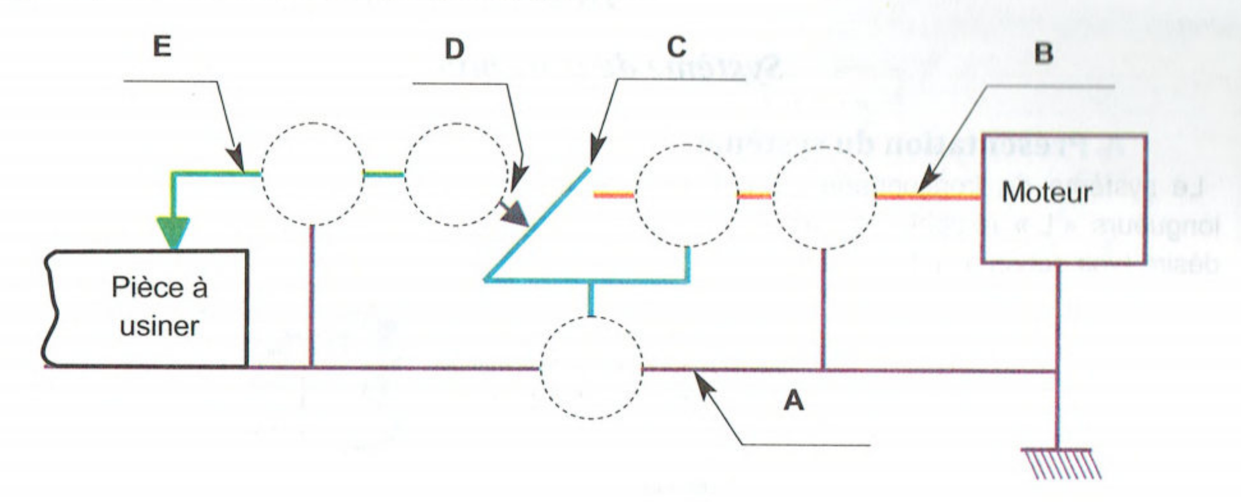
D

C

c) Compléter le tableau des liaisons suivant :

Classes	Type de la liaison	Symbole	Modèle Cinématique	Modèle Statique
....				
B/C				
....			$Mc_{A/C} = \begin{Bmatrix} Tx & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix}$	
C/D				
....				
A/E				

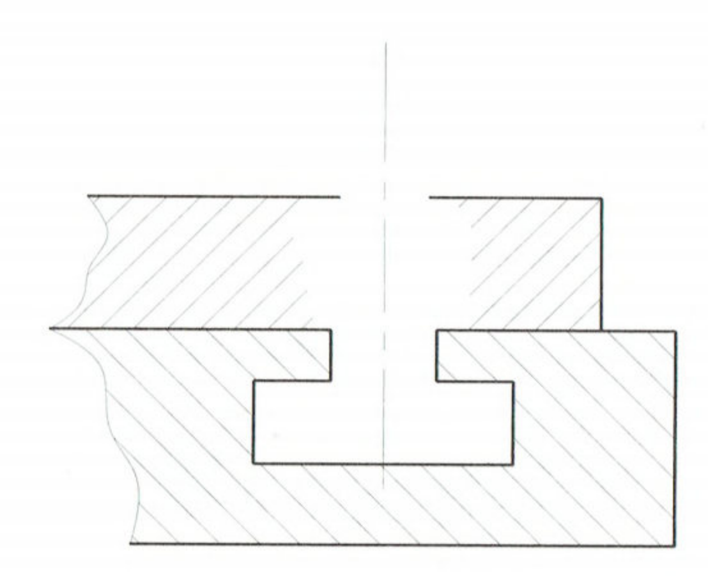
d) Compléter le schéma cinématique du système :



3. Représentation graphique :

On désire représenter la liaison encastrement entre le dispositif de serrage et la table de la fraiseuse, pour cela on utilise :

- Une vis à tête carrée **Q M 12 x 45** dont la tête est placée dans la rainure en « T » de la table.
- Un écrou à tète hexagonale et une rondelle d'appui.

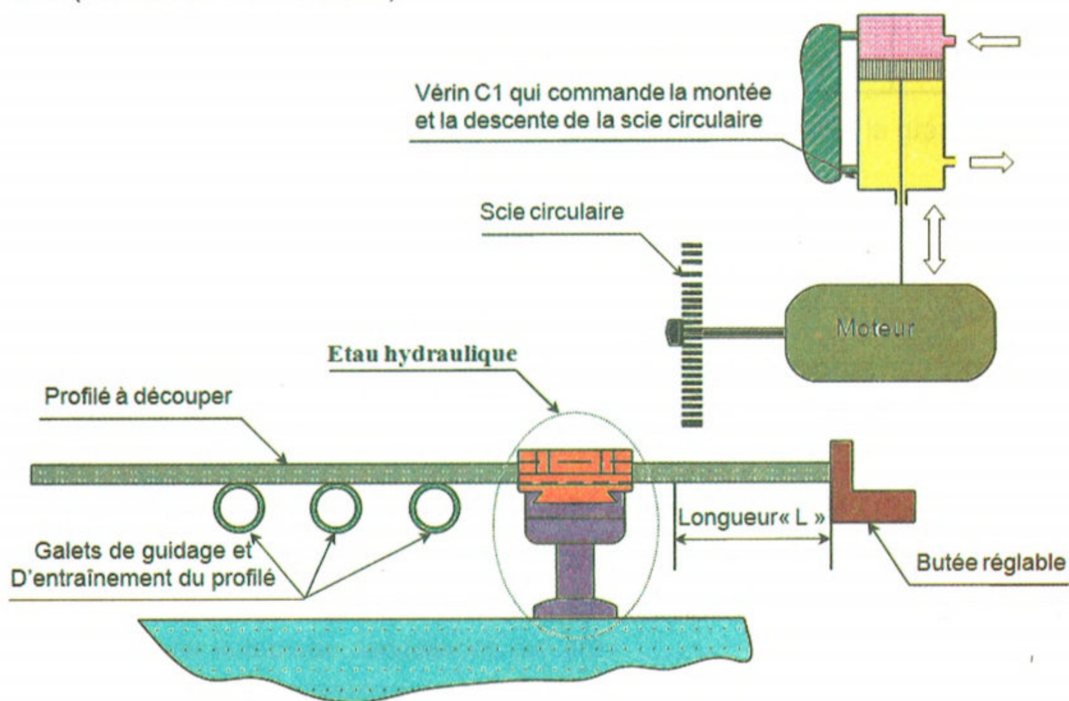


DC2

Système de tronçonnage

A. Présentation du système :

Le système de tronçonnage permet de scier des profilés métalliques (barres d'acier) à des longueurs « L » réglables et de répéter automatiquement la même coupe autant de fois qu'on désire (voir schéma ci-dessous)

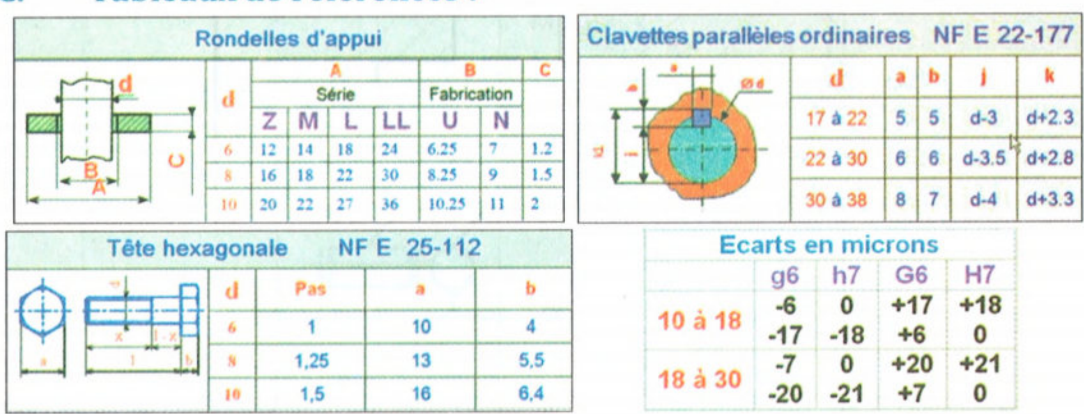


B. Fonctionnement de l'étau hydraulique :

Le dessin d'ensemble représente l'étau hydraulique servant à la fixation du profilé métallique pendant le sciage.

L'huile sous pression provoque la descente du piston **(7)** ce qui entraîne la rotation des deux leviers **(5)** et **(5')** autour des deux axes **(6)** et **(6')** cette rotation provoque la translation des deux mors qui peuvent translater par rapport à **(2)**.

C. Tableaux de références :



Rondelles d'appui

d	A – Série Z	A – Série M	A – Série L	A – Série LL	B – Fabrication U	B – Fabrication N	C
6	12	14	18	24	6.25	7	1.2
8	16	18	22	30	8.25	9	1.5
10	20	22	27	36	10.25	11	2

Clavettes parallèles ordinaires NF E 22-177

d	a	b	j	k
17 à 22	5	5	d-3	d+2.3
22 à 30	6	6	d-3.5	d+2.8
30 à 38	8	7	d-4	d+3.3

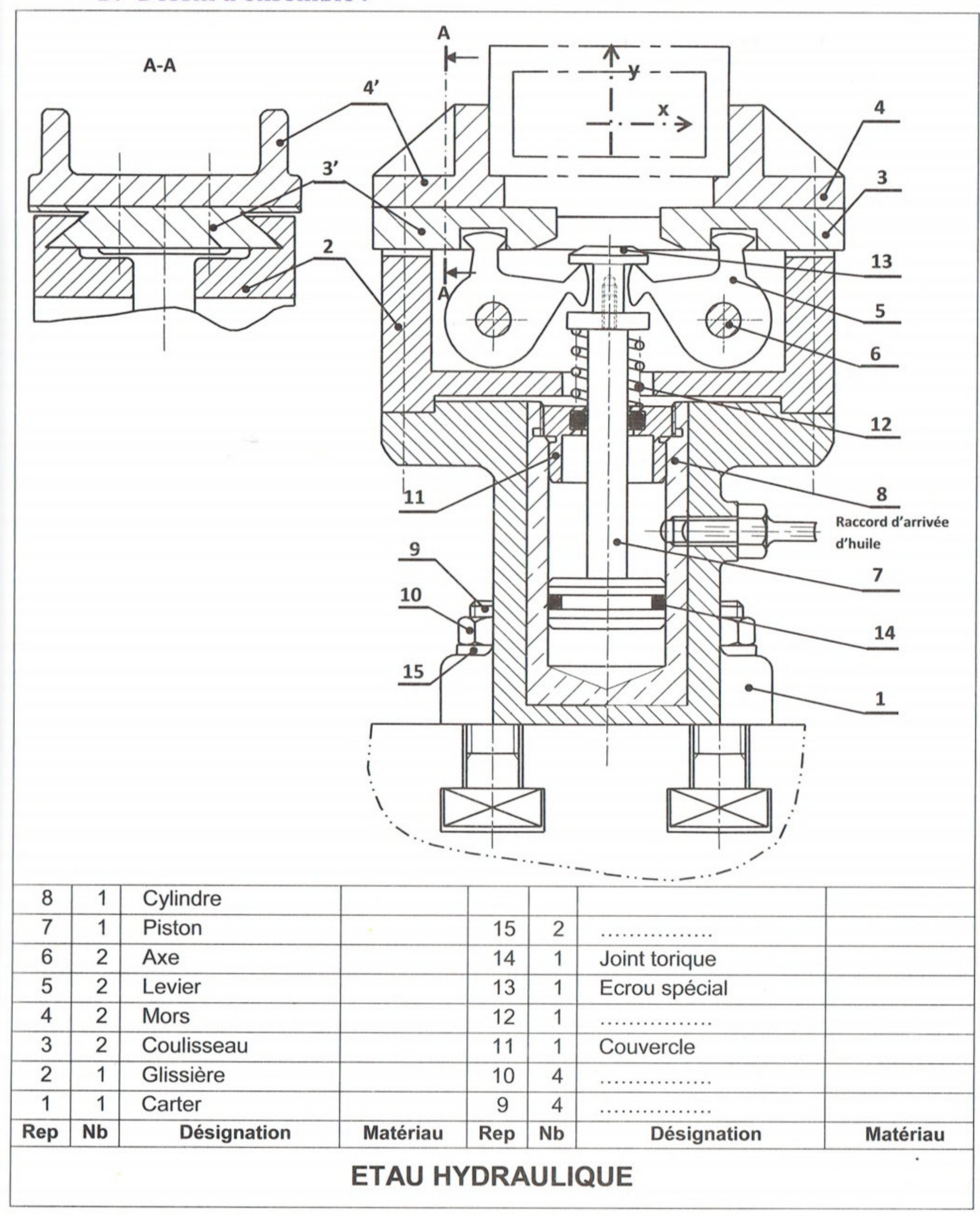
Tête hexagonale NF E 25-112

d	Pas	a	b
6	1	10	4
8	1,25	13	5,5
10	1,5	16	6,4

Ecarts en microns

	g6	h7	G6	H7
10 à 18	-6 -17	0 -18	+17 +6	+18 0
18 à 30	-7 -20	0 -21	+20 +7	+21 0

D. Dessin d'ensemble :



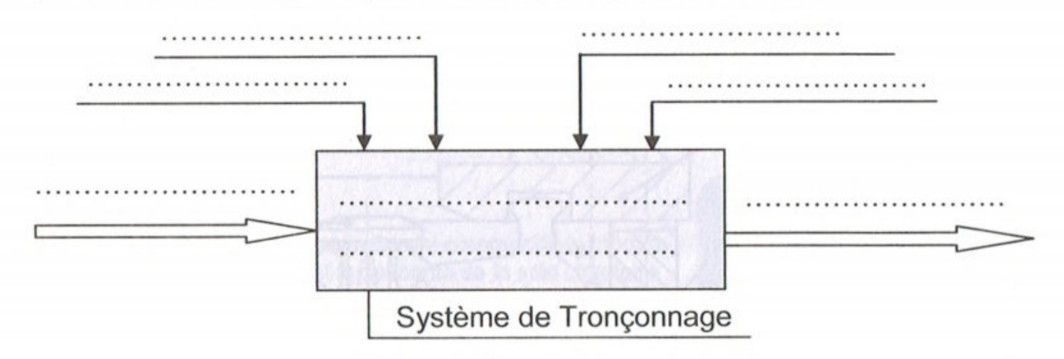
Rep	Nb	Désignation	Matériau	Rep	Nb	Désignation	Matériau
8	1	Cylindre					
7	1	Piston		15	2	…………….	
6	2	Axe		14	1	Joint torique	
5	2	Levier		13	1	Ecrou spécial	
4	2	Mors		12	1	…………….	
3	2	Coulisseau		11	1	Couvercle	
2	1	Glissière		10	4	…………….	
1	1	Carter		9	4	…………….	

ETAU HYDRAULIQUE

E. Travail demandé :

1. Analyse fonctionnelle :

1- Compléter la modélisation du poste de tronçonnage des profilés :



2- Compléter le tableau suivant en indiquant les critères d'appréciations des fonctions de services **Fp** et **Fc1**, relative à l'étau hydraulique

F.S	Expression	Critères d'appréciations	Niveaux - flexibilité
Fp	Permettre à l'utilisateur de fixer un profilé au moment de sciage	....	-Profilé prismatique -Largeur maxi = $50^{\pm 2}$ mm -30 N ±2 N
Fc1	Etre fixé sur la table du poste de tronçonnage	....	Quatre boulons

2. Lecture du dessin d'ensemble :

1- En se référant au dessin d'ensemble compléter le tableau suivant par la désignation des éléments.

Pièce	Désignation
9	....
10	....
12	....
14	....
15	....

2- Quelle est la forme de la tête de la vis **(9)**. ? Justifier ce choix.

....

....

3- Identifier la forme sur le piston **(7)** recevant le joint torique **(14)**.

....

4- Donner la fonction du ressort **(12)**.

....

....

5- Désignations normalisées des matériaux :

a) La vis **(9)** est en acier fortement allié de **0,06%** de carbone, **17%** de chrome **12%** de nickel et une trace molybdène.

Donner la désignation de ce matériau : ....

b) Le cylindre **(8)** est en : **Cu Sn 10 Pb 4** : Expliquer cette désignation :

....

....

3. Etude des liaisons :

1- Compléter les classes d'équivalence cinématique de l'écrou hydraulique.

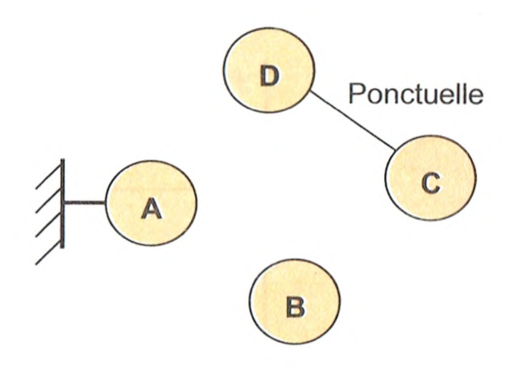
A = {1,..

B = {7..

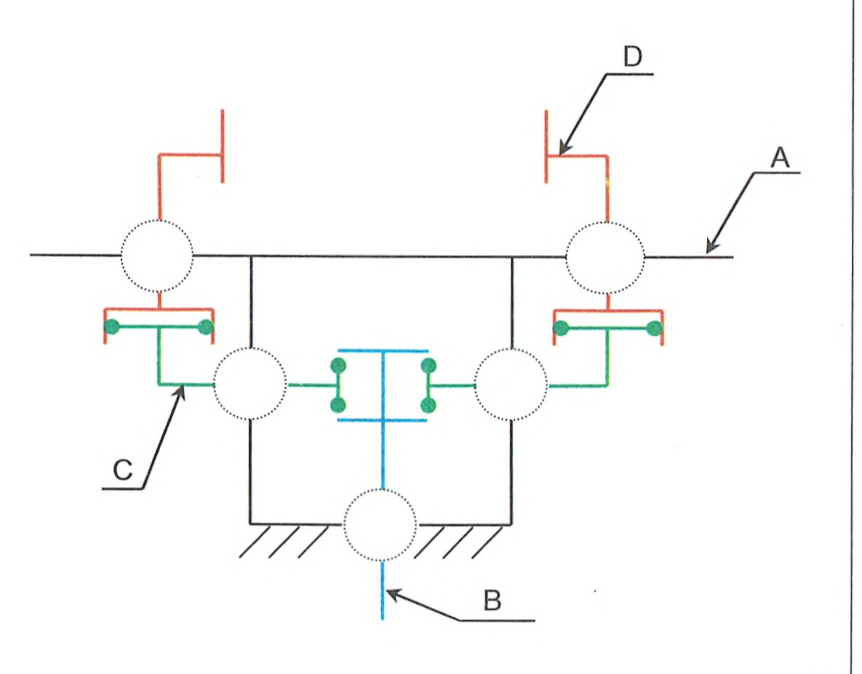
C = {5..

D = {3..

2- Compléter le graphe des liaisons



3- Compléter le schéma cinématique de l'écrou hydraulique.



4- Donner les modèles cinématique et statique de la liaison entre **A** et **B**.

$Mc_{A/B} = \left\{ \quad \right\}$

$Ms_{A/B} = \left\{ \quad \right\}$

4. Les tolérances dimensionnelles et géométriques :

1- L'ajustement entre le piston (7) et le cylindre (8) étant : ∅ 21 H7 / g6

a) Expliquer cette écriture

∅ 21 H7 / g6

....

....

....

....

....

b) Donner la tolérance de chaque pièce :

Piston **(7)** :........................ = ...   Le cylindre **(8)** : ....= ....

c) Placer les écarts de l'arbre et de l'alésage sur le graphe suivant (choisir une échelle)

+

0   Ligne zéro

-

Déduire le type d'ajustement : ....

Calculer : .... maxi =...

.... mini =...

2- Proposer un ajustement serré (montage à la presse) entre le cylindre **(8)** et le carter **(1)** :

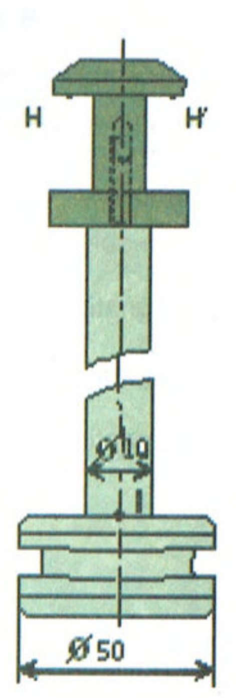
∅29 ....

5. Etude statique :

1- Equilibre de l'ensemble S **(7+13)** (phase de serrage) :

On suppose que l'ensemble S = **{7+13}** est soumis uniquement à l'action de l'huile sous pression en **I** est qui vaut « **P=0,32 MPa** » et l'action des deux leviers **5** et **5'** en **H** et **H'**.

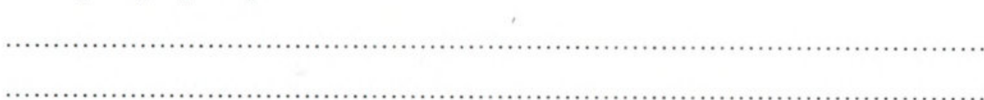
Le frottement, l'action du ressort **(12)** et l'action du cylindre **(8)** sur l'ensemble **S** ainsi que le poids des différentes pièces seront négligés.



a) Représenter sur le dessin ci contre les efforts de contacts appliqués sur le piston **(7)** aux points **H**, **H'**et **I**.

b) Déterminer analytiquement les efforts $\vec{H}_{5/S}$ et $\vec{H'}_{5/S}$.

Rq : $\|\vec{H}_{5/S}\| = \|\vec{H'}_{5/S}\|$

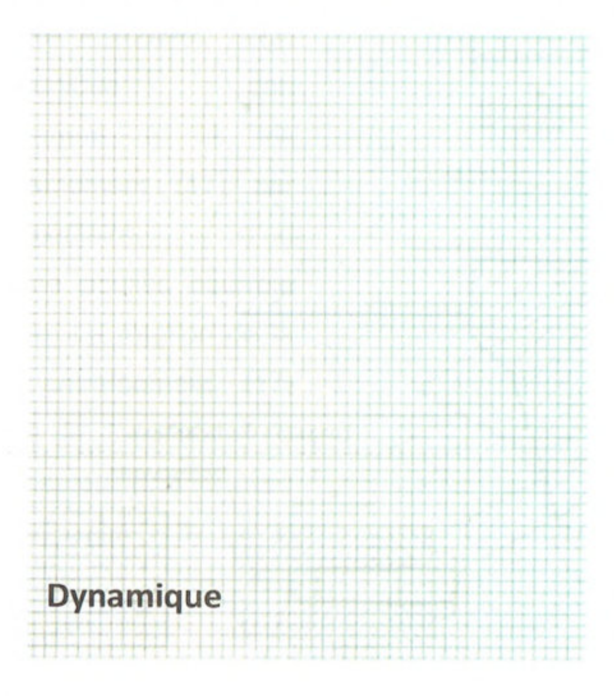


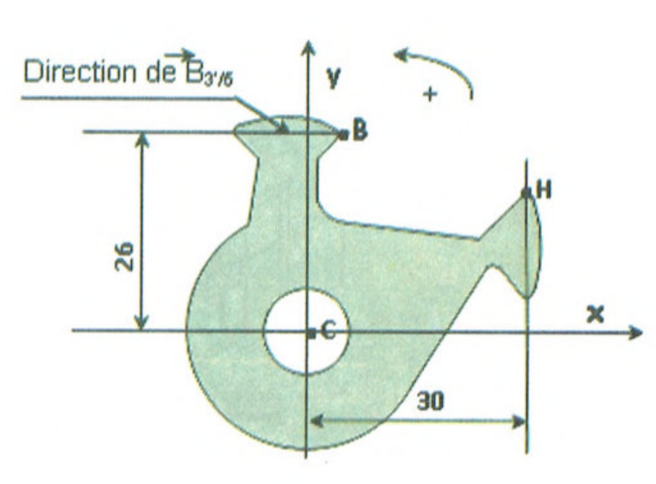
2- Equilibre du levier **(5)** (phase de serrage) :

Le levier **(5)** occupe la position définie ci-dessous

Le poids de **(5)** et les frottements aux **H**, **B** et **C** sont négligés.

Déterminer graphiquement les efforts appliqués sur le levier **(5)**, sachons que $\|\vec{H}_{7'/5}\| = 300\,N$





$\|\vec{H}_{7/5}\|$ = ... N $\|\vec{B}_{3'/5}\|$ = ... N $\|\vec{C}_{6/5}\|$ = ... N

6. Etude graphique :

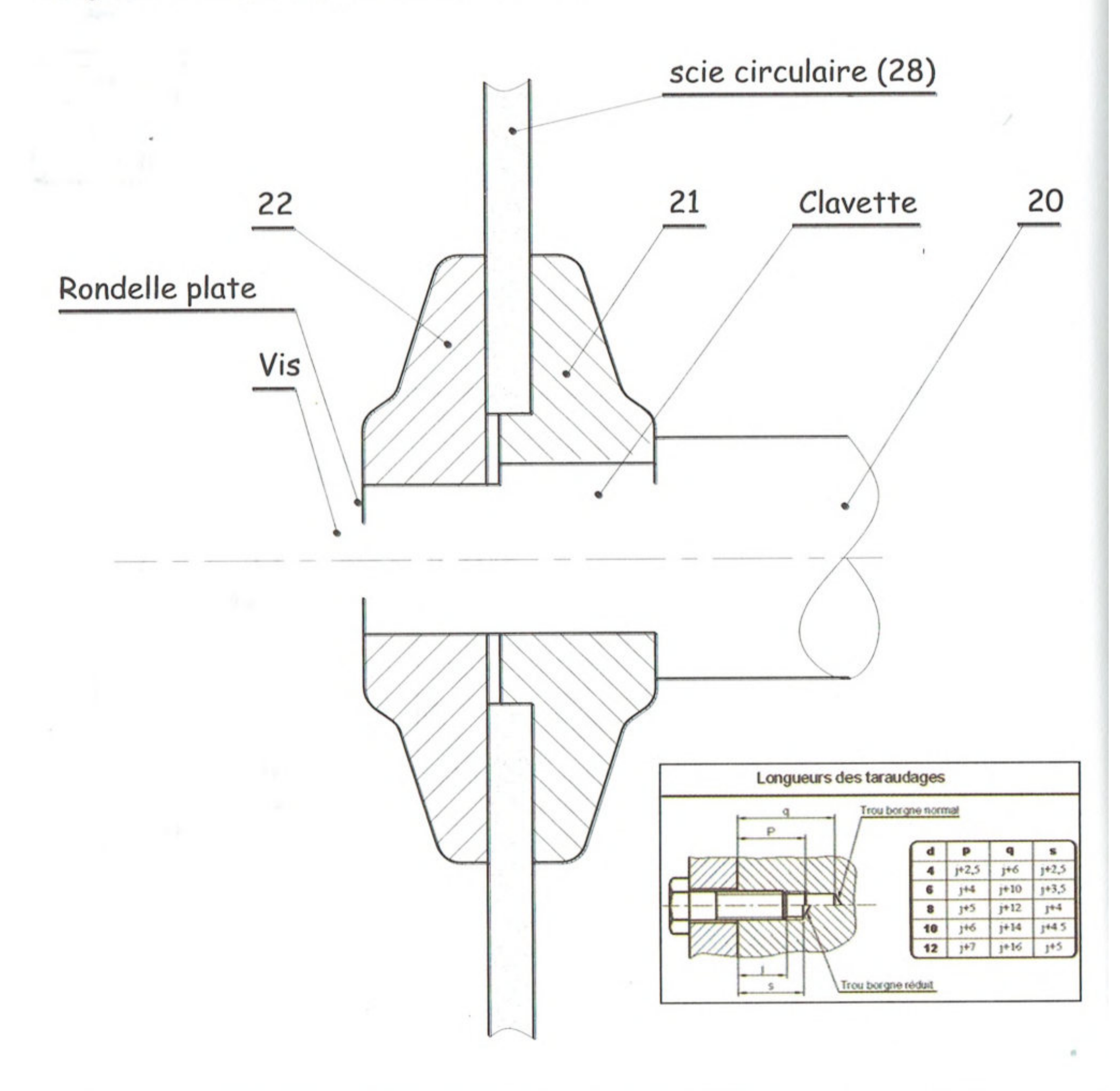
Pour établir la liaison complète entre la scie circulaire **(28)** et l'axe **(20)**, nous utilisons un clavette parallèle, forme C de longueur **20**, une rondelle plate et une vis à tête hexagonale **M8 - 25**.

Compléter ci-dessous la représentation de cette solution en choisissant les composants convenables.

Désignation de la clavette :.....................................

Désignation de la vis :...

Désignation de la rondelle :....................................



d	p	q	s
4	j+2,5	j+6	j+2,5
6	j+4	j+10	j+3,5
8	j+5	j+12	j+4
10	j+6	j+14	j+4 5
12	j+7	j+16	j+5

DS1

Unité de fabrication de miroirs

A. Présentation :

Le système représenté par la figure 1 sert à la fabrication de miroirs par pulvérisation de produits sur des plaques de vitre de longueurs normalisées (multiples de 200 mm)

Au poste 1 : On pulvérise sur la plaque de vitre une couche de sel d'argent liquide.

Au poste 2 : On pulvérise un produit qui réagit avec le sel d'argent pour donner une nouvelle couche mince qu'on fera sécher par la suite.

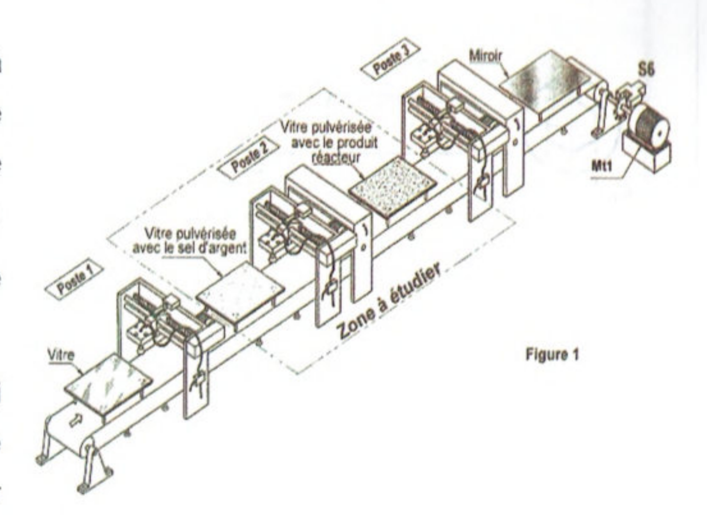


Figure 1

Au poste 3 : Une fois que la deuxième couche est séchée, on procède à la pulvérisation d'une couche protectrice.

B. Fonctionnement du dispositif d'entraînement :

L'arbre moteur **(1)** communique son mouvement à la vis d'entraînement **(17)** par l'intermédiaire d'un système poulies courroie crantée. La rotation de la vis d'entraînement **(17)** assure la translation du pulvérisateur **(23)** lié avec le coulisseau **(13)** qui a son tour guidé en translation par deux colonnes **(15)**.

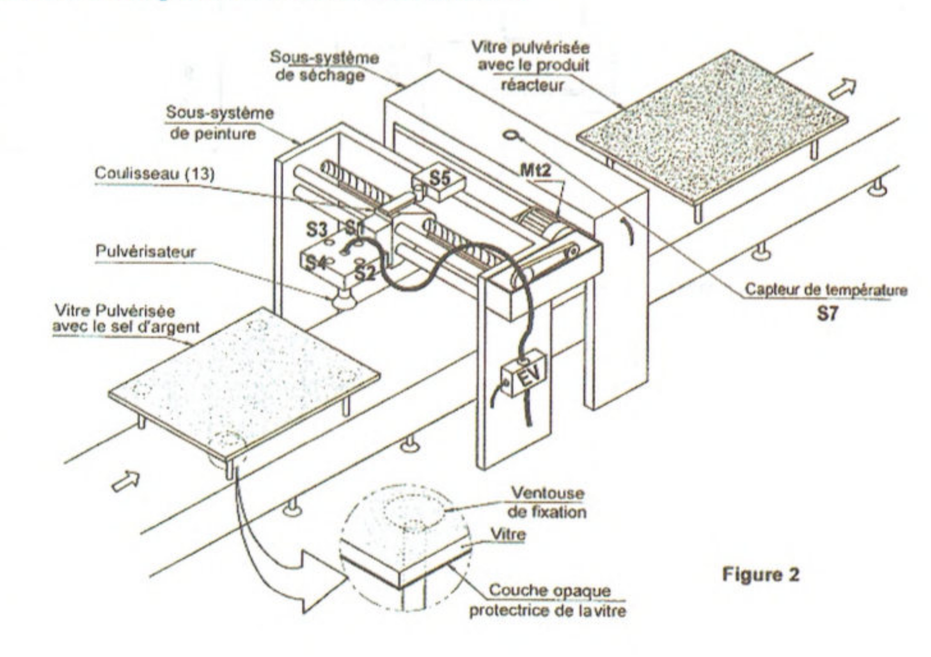
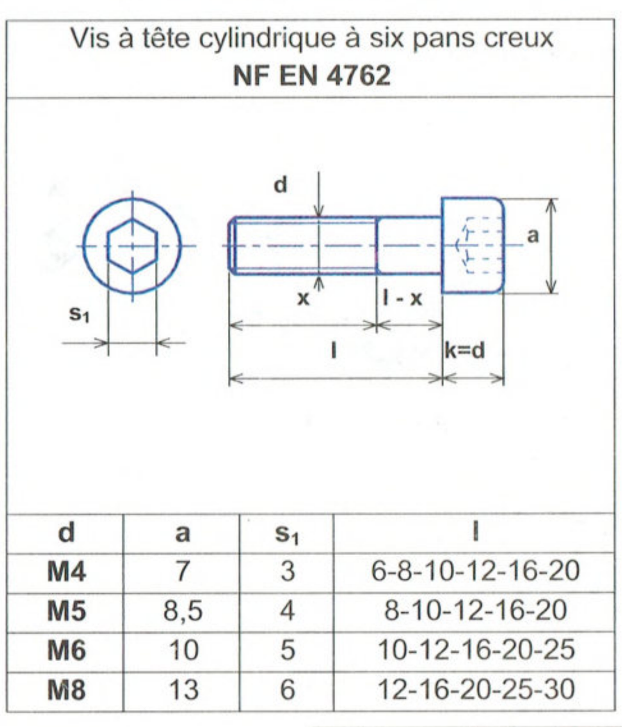


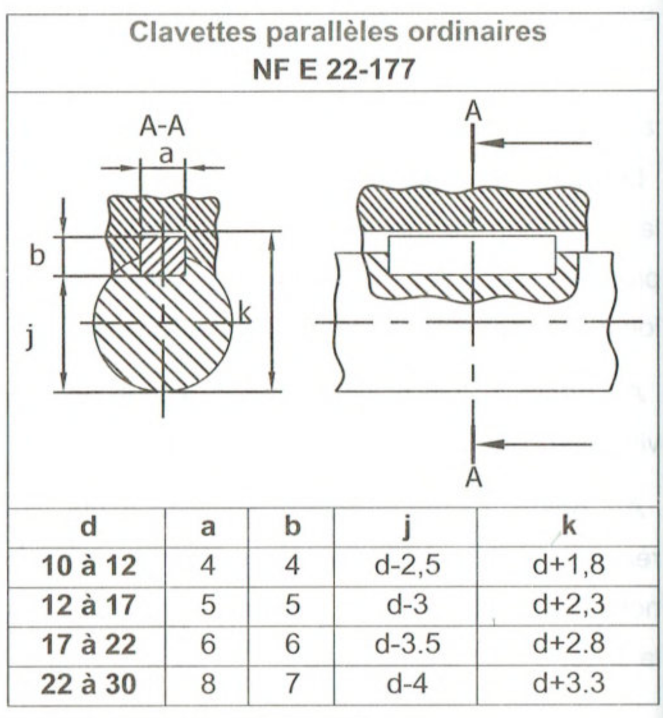
Figure 2

C. Elément standards :



Vis à tête cylindrique à six pans creux
NF EN 4762

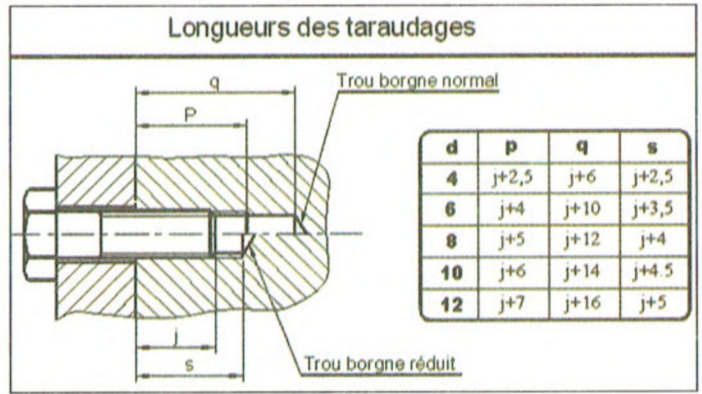
d	a	s_1	l
M4	7	3	6-8-10-12-16-20
M5	8,5	4	8-10-12-16-20
M6	10	5	10-12-16-20-25
M8	13	6	12-16-20-25-30



Clavettes parallèles ordinaires
NF E 22-177

d	a	b	j	k
10 à 12	4	4	d-2,5	d+1,8
12 à 17	5	5	d-3	d+2,3
17 à 22	6	6	d-3.5	d+2.8
22 à 30	8	7	d-4	d+3.3

Longueurs des taraudages

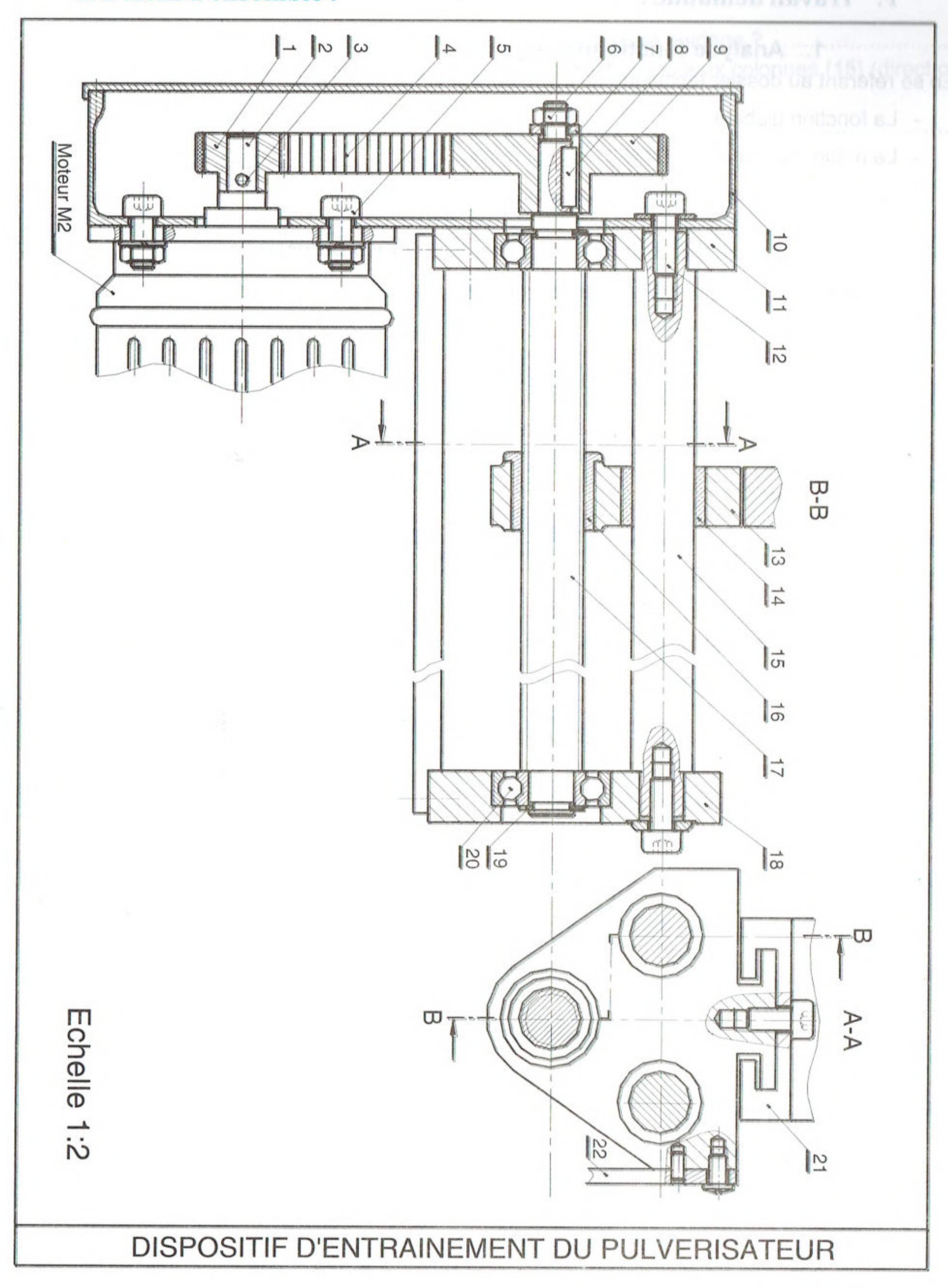


d	p	q	s
4	j+2,5	j+6	j+2,5
6	j+4	j+10	j+3,5
8	j+5	j+12	j+4
10	j+6	j+14	j+4.5
12	j+7	j+16	j+5

D. Nomenclature :

Rep	Nb	Désignation	Rep	Nb	Désignation
11	1	Support	22	1	Butée du capteur
10	1	Couvercle	21	1	Pulvérisateur
9	1	Poulie réceptrice	20	2	Roulement type BC
8	1	Clavette parallèle	19	2	Anneau élastique
7	1	Rondelle plate	18	1	Support
6	1	Ecrou hexagonal	17	1	Vis d'entraînement
5	4	boulon	16	1	Ecrou
4	1	Courroie crantée	15	2	Colonne de guidage
3	1	Goupille élastique	14	2	Coussinet
2	1	Arbre moteur	13	1	Coulisseau
1	1	Poulie motrice	12	4	Vis à tête cylindrique

E. Dessin d'ensemble :



F. Travail demandé :

1. Analyse fonctionnelle globale :

En se référant au dossier technique du système « Unité de fabrication de miroirs » ; donner :

- La fonction globale : ……………………………………………………………………
- La matière d'œuvre entrante : …………………………………………………………
- La matière d'œuvre sortante : …………………………………………………………

2. Etude du dispositif d'entraînement du pulvérisateur :

1- En se référant au dessin d'ensemble du dispositif d'entraînement du pulvérisateur Compéter le tableau suivant.

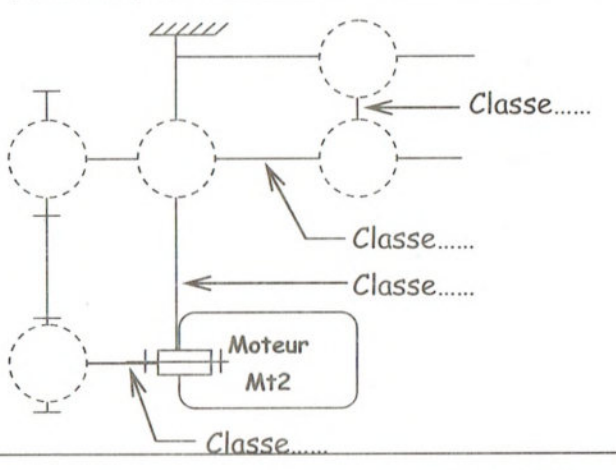
Fonction Technique	Solutions Technologiques
FT 1 : Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique	……………………………
FT2 : …………………………………………… ……………………………………………	Système poulies **(3+9)** –Courroie **(4)**
FT3 : Guider en rotation la vis **(17)**	……………………………
FT4 : Guider en translation le coulisseau **(13)**	……………………………

2- Compléter le tableau des classes d'équivalence cinématique par les repères des pièces suivantes :

1 – 9 – 10 – 11 – 13– –14 – 15 –18 – 21 – 22

Classe	Composants
A	5,12,……………………………
B	2,3……………………………
C	6,7,8,17,19……………………
D	16,……………………………

3- Compléter le schéma cinématique ci-contre et préciser les **C.E.C.**



3. Etude de guidage du coulisseau (13) :

Le coulisseau **(13)** est guidé en translation.

1- Quelle est la forme des surfaces de contact pour ce type de guidage ?...............................

2- Quelle est la nature de contact entre le coulisseau **(13)** et les deux colonnes **(15)** (direct ou indirect) ? Justifier :

....

3- Quel est le type de frottement ? ....

4- Remarquer l'existence des deux pièces **(14)** entre **(13)** et **(15)**. Donner leur :

Nom	Matériau	Fonction
....	....	....

5- Proposer un ajustement pour chaque assemblage :

Assemblage **(13)/(14)**	....
Assemblage **(14)/(15)**	....

6- La lubrification est assurée à la graisse ou à l'huile ? Justifier :

....

7- Donner quatre conditions pour avoir un bon guidage de ce type :

- ....
- ....
- ....
- ....

4. Etude de transmission de mouvement :

La transmission de mouvement de rotation de l'arbre moteur **(01)** à la vis **(17)** est assurée par le système poulies – courroie.

1- Ce type de transmission est par obstacle ou par adhérence ? Justifier

....

2- Expliquer brièvement le réglage de la tension de la courroie crantée **(04)** :

....

....

3- Sachant que la vitesse de rotation du moteur **Nm = 1000 tr/mn** et le diamètre de la poulie motrice **d01 = 36 mm** et le diamètre de la poulie réceptrice **d09= 88 mm.**

a) Compléter la figure ci-contre en indiquant :

- le sens de rotation de la poulie **(01)**
- le brin mou
- le brin tendu

d_{09} = 88 mm

Brin ....

Brin ....

b) Calculer le rapport de cette transmission **(r)**

....

....

c) Déduire la vitesse de rotation de la vis **(17) (N17)** en **[tr/mn]**

....

....

d) Calculer la vitesse linéaire de la courroie **(04) (V04)** en **[m/s]**

....

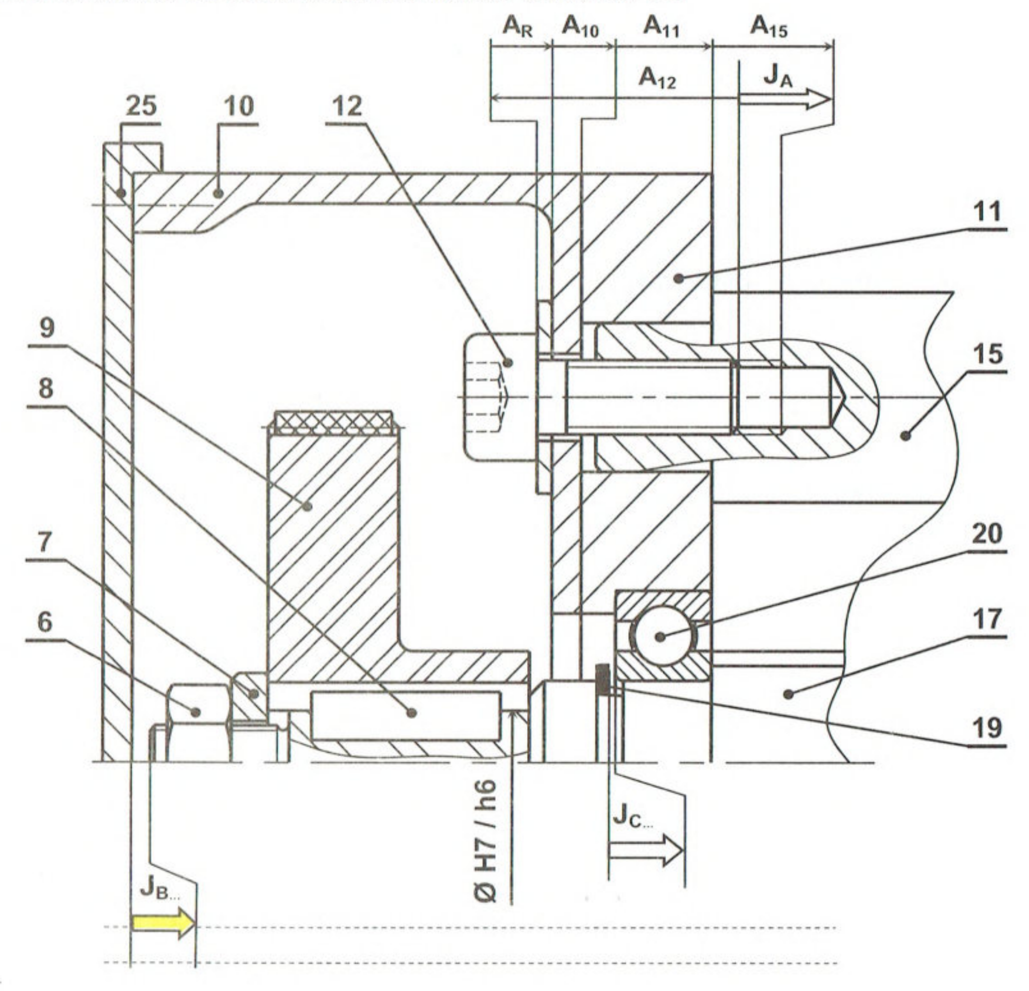
....

5. Etude de guidage de la vis d'entraînement (17) :

1- Justifier la présence des conditions :

- JA : ....
- JB : ....
- JC : ....

2- Tracer la chaîne de côtes relative à la côte condition **JB**



3- Selon la chaîne de cotes de **JA**, calculer l'épaisseur de la rondelle **(R)**.
sachant que :

$5,5 \leq JA \leq 6,5$; $A_{12} = 28^{\pm 0,05}$; $A_{10} = 4^{\pm 0,15}$; $A_{11} = 18^{\pm 0,12}$ et $A_{15} = 10^{\pm 0,15}$.

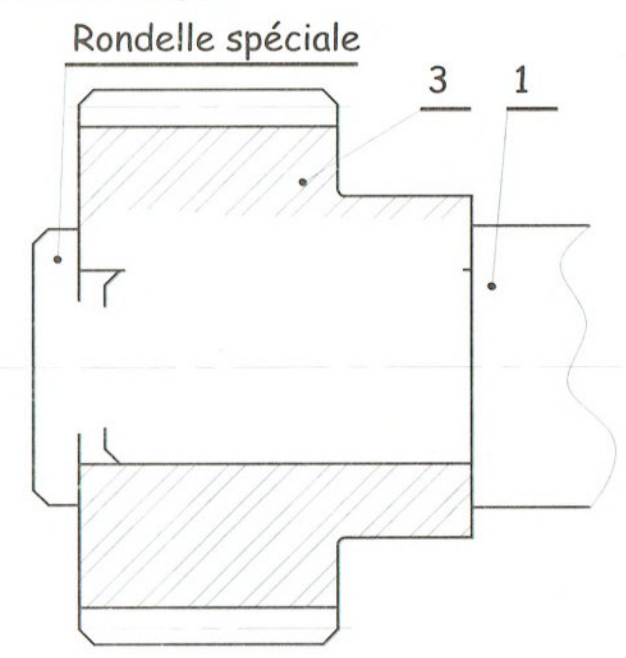
....
....
....
....
....

6. Étude de la liaison de la poulie motrice (3) :

La liaison encastrement de la poulie motrice **(3)** avec l'arbre moteur **(1)** est assurée par une goupille élastique

On désire améliorer cette solution en remplaçant la goupille élastique par une clavette parallèle de forme A dont la longueur est de **15 mm** et une vis a tête cylindrique **M6-16** et une rondelle spéciale.

Compléter sur le dessin ci-contre à **l'échelle 2:1** la représentation de cette nouvelle solution en utilisant les composants convenables

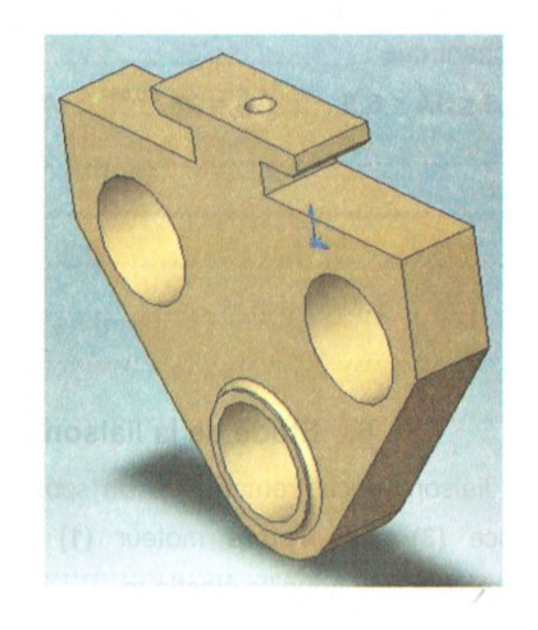


7. Définition du coulisseau (13) :

Le coulisseau **(13)** est représenté par la vue de face et la vue de gauche incomplète.

En se référant au dessin d'ensemble du dispositif d'entraînement du pulvérisateur compléter :

- La vue de gauche en coupe B-B. (avec les arrêtes cachées).
- La vue de dessus en coupe A-A
- La section sortie S-S



B

B-B

A A

S S

B

......

S-S

DC3

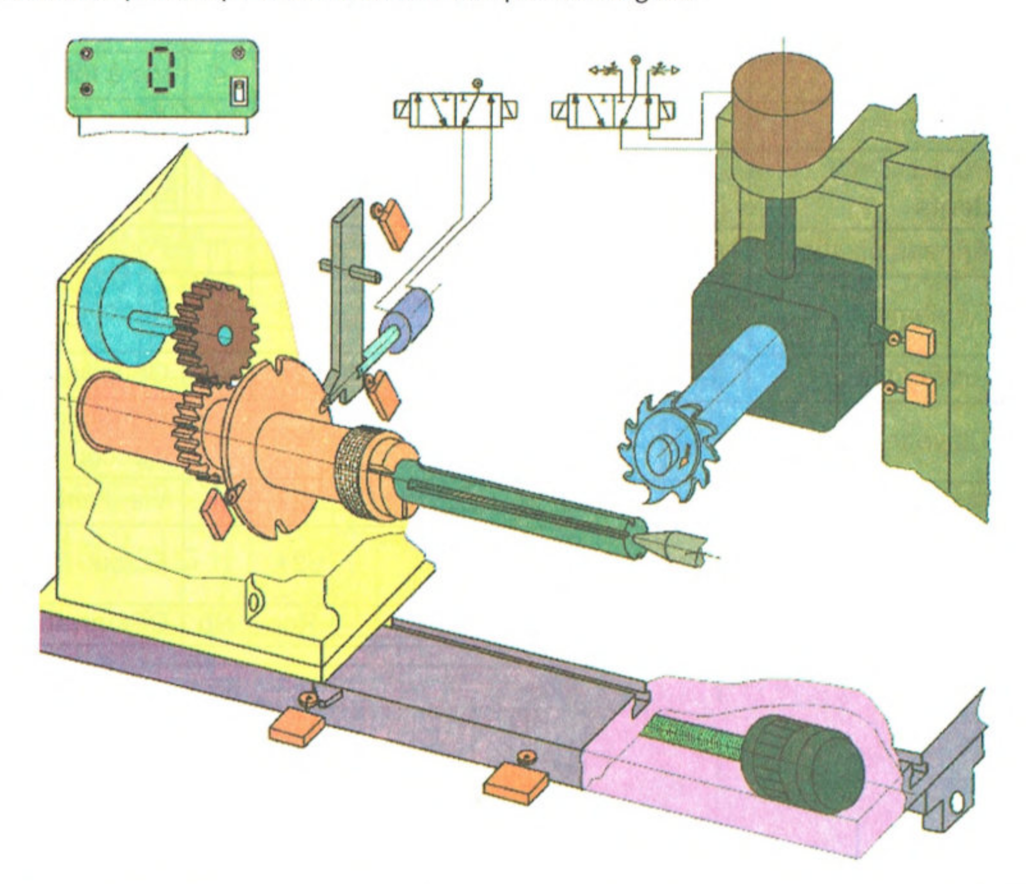
Unité de fabrication de miroirs

A. Présentation :

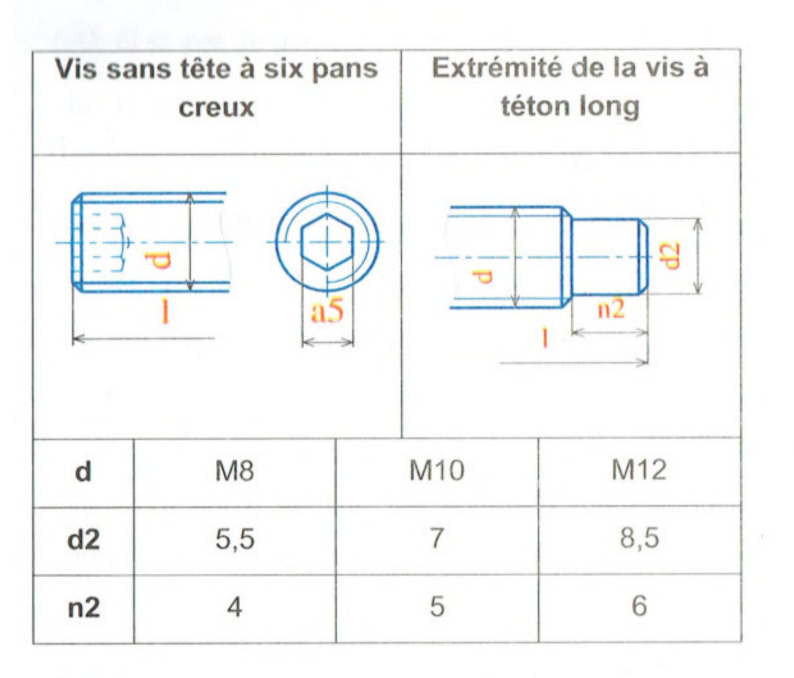
La figure ci dessous représente le schéma de principe d'une machine à rainurer.

Elle permet d'usiner 4 rainures sur un arbre cylindrique. Chaque rainure est réalisée en une seule passe. La machine comporte essentiellement :

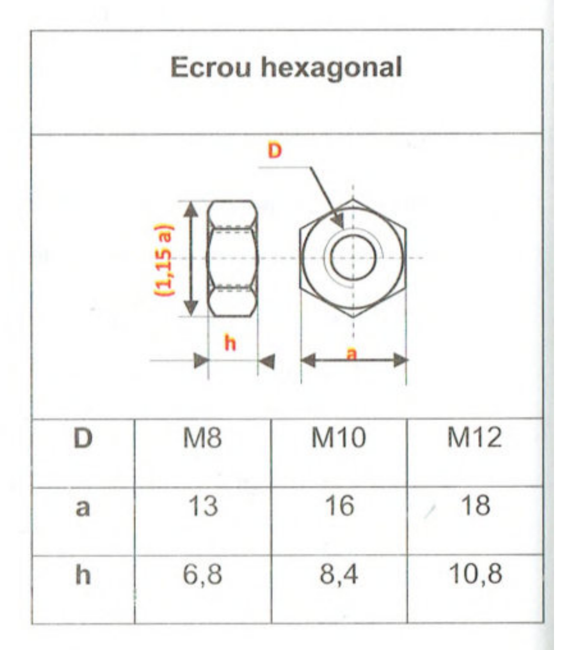
- Un plateau diviseur qui permet la rotation de la pièce à rainurer par un pas de 90°. L'entraînement du plateau est assuré par un moteur (Mt). Après chaque pas, un vérin (C2) permet le verrouillage (blocage) du plateau.
- Une table qui donne à la pièce le mouvement d'avance est animée d'une translation rectiligne dans les 2 sens par un moto-réducteur **(Mt2)**. La transformation du mouvement est assurée par un système vis écrou.
- Une tête de fraisage qui entraîne la fraise en rotation par un moteur **(Mt1)**, à travers un embrayage frein. Le déplacement vertical de la tête est assuré par un vérin **(C1).**
- Une contre pointe qui évite la flexion des pièces longues



B. Eléments standards :



Vis sans tête à six pans creux		Extrémité de la vis à téton long	
d	M8	M10	M12
d2	5,5	7	8,5
n2	4	5	6

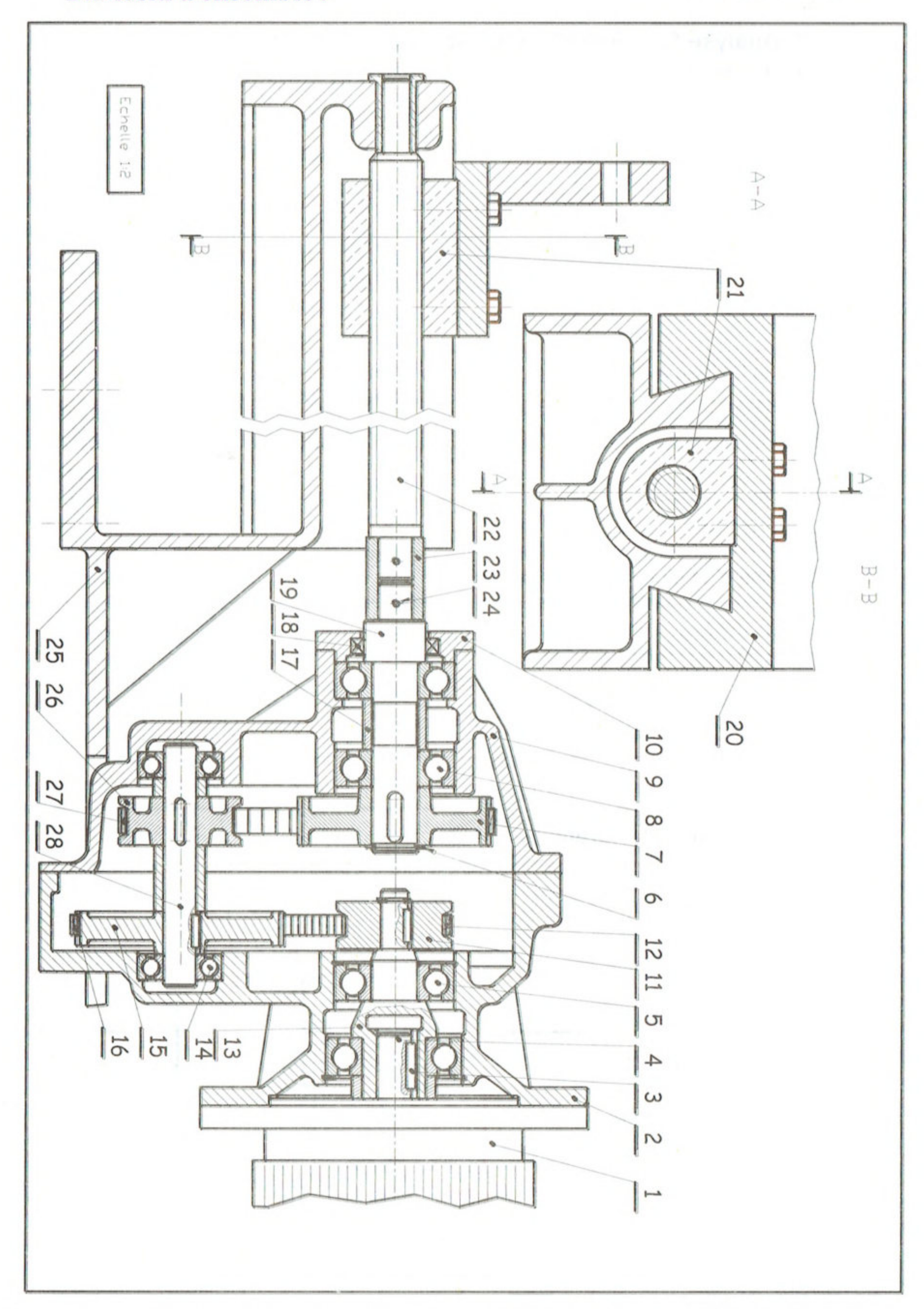


Ecrou hexagonal			
D	M8	M10	M12
a	13	16	18
h	6,8	8,4	10,8

C. Nomenclature du dispositif d'entraînement de la table :

10	1	Couvercle	20	1	Table			
9	1	Carter	19	1	Arbre	29	4	Vis à tête hexagonale
8	2	Roulement	18	1	Joint à lèvres	28	1	Arbre intermédiaire
7	1	Poulie **Z=60 dents**	17	1	Bague entretoise	27	1	……… ……………
6	1	Anneau élastique	16	1	Bague entretoise	26	1	Poulie **Z= ?**
5	2	Roulement	15	1	Poulie **Z=60 dents**	25	1	Banc
4	1	Arbre moteur	14	2	Roulement	24	2	Goupille
3	1	Clavette	13	1	Arbre	23	1	Manchon d'accouplement
2	1	Boîtier	12	1	…………………	22	1	Vis d'entraînement
1	1	Moteur	11	1	Poulie **Z=30 dents**	21	1	Ecrou
Rep	**Nb**	**Désignation**	**Rep**	**Nb**	**Désignation**	**Rep**	**Nb**	**Désignation**

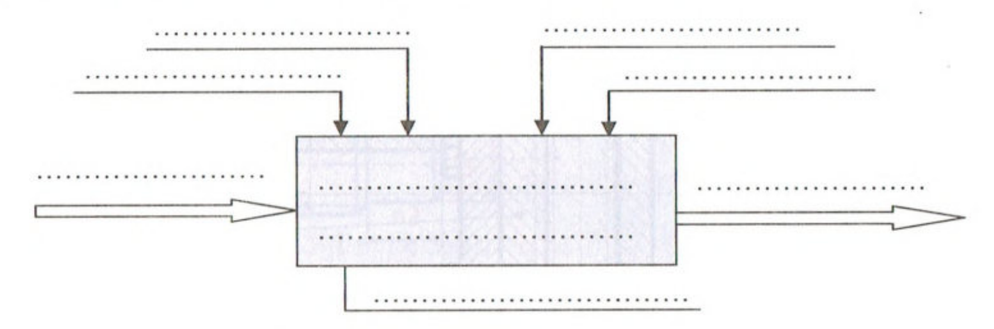
D. Dessin d'ensemble :



E. Travail demandé :

1. Analyse fonctionnelle globale :

1- Compléter L'actigramme A-O du système : « Machine à rainurer ».



2- Compléter le tableau suivant en indiquant les processeurs, ou les fonctions associées.

Fonction	**Processeurs**
....	Capteurs S3 et S4
....	Mandrin
Entraîner la fraise d'un mouvement de coupe	....
....	Vérin **C1**
....	Moteur **Mt2**
Tourner la pièce d' 1/4 de tour	....
....	Vérin **C2** + Verrou

2. Analyse structurelle :

1- Compléter les classes d'équivalence cinématique

A= {......................................

B ={......................................

2- Compléter le schéma cinématique du dispositif d'entraînement de la table.

A

D

Moteur Mt2

C

B

3. Lecture du dessin d'ensemble :

1- L'écrou **(21)** étant en « **Cu Sn 8 P** », expliquer cette désignation.

....

....

2- Justifier le choix de ce matériau.

....

....

3- Le banc **(25)** étant en **« Al Cu 4 Mg Ti** », expliquer cette désignation.

....

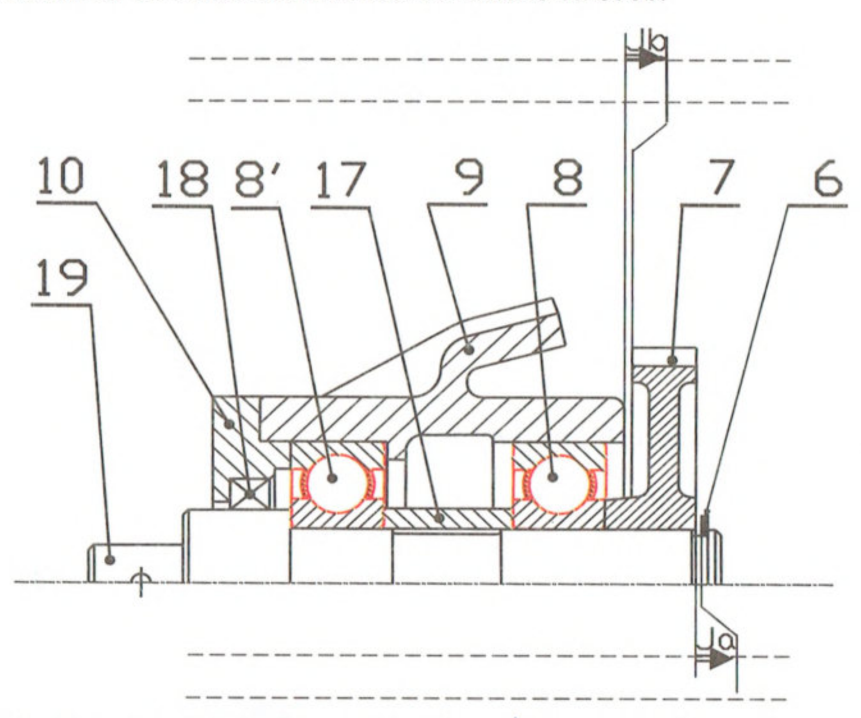
....

4. Cotation fonctionnelle :

1- Justifier l'existence des conditions :

- Ja :..
- Jb :..

2- Tracer les chaînes de cotes relatives aux conditions Ja et Jb.



3- Calculer la cote fonctionnelle a19 relative à la condition Ja sachant que :

$0.5 \leq Ja \leq 1.5$, $a_7 = 30^{\pm 0.1}$, $a_8 = a_{8'} = 24^{\pm 0.05}$, $a_{17} = 46^{\pm 0.2}$, $a_6 = 3^{\pm 0.05}$

....

....

....

....

5. Guidage en translation :

La table **(20)** est guidée en translation sur le banc **(25)**.

1- Identifier la forme des surfaces de guidage : ....

2- Qu'appelle –t-on les pièces suivantes dans un guidage en translation ?

Pièce **(20)** :..

Pièce **(25)** : ....

3- Citer 3 conditions technologiques à respecter pour assurer un bon guidage en translation.

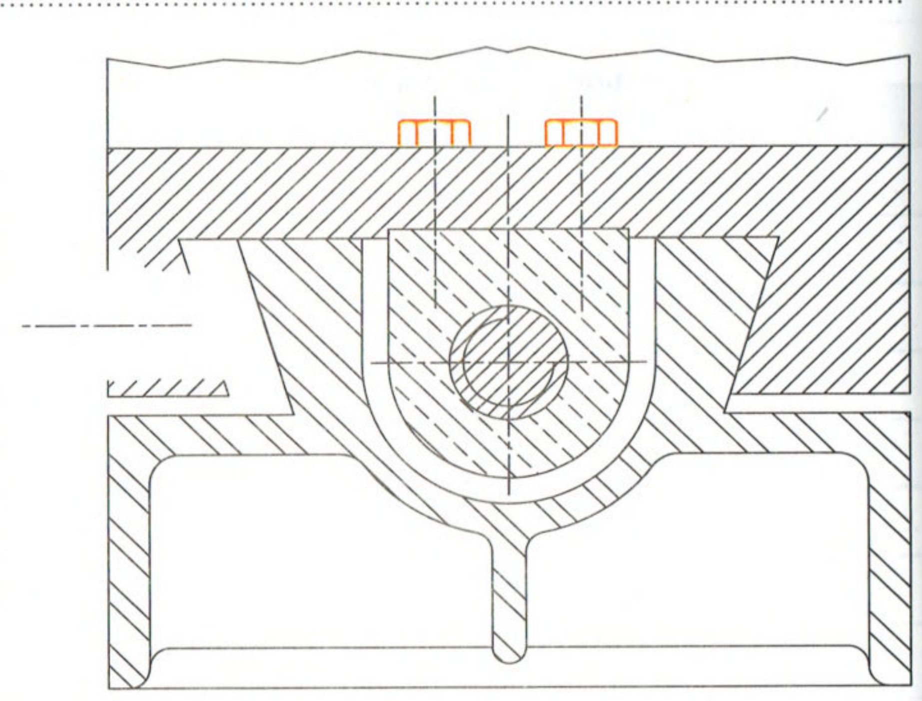
....

....

....

4- En vu d'améliorer le guidage en translation de **(20)** sur **(25)** on a intercalé une cale de réglage du jeu appelée (Lardon).

Compléter ci-dessous la solution proposée en utilisant : Une vis sans tête à six pans creux à téton long **M8-30** et un écrou hexagonal **M8**.



6. Transmission de mouvement :

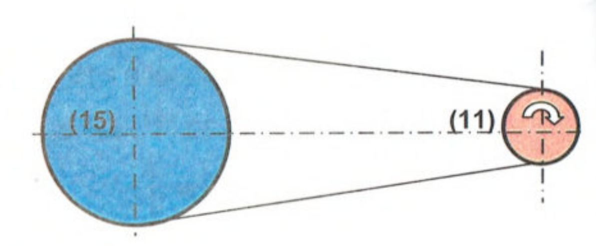
En se référant au dessin d'ensemble et à la nomenclature du dispositif d'entraînement de la table.

1- Donner le nom et le type du lien flexible assurant la transmission du mouvement de rotation entre **(11)** et **(15)** :...

2- Cette transmission est-elle par adhérence ou par obstacle ? ....

3- La vis de manœuvre **(22)** et l'arbre moteur **(4)** tournent dans le même sens ou de sens contraires...

4- Placer sur la figure ci contre le sens de rotation de la poulie **(15)** et les tensions des brins de la courroie **(12)** ($\vec{T}$ et $\vec{t}$)



5--Calculer la vitesse de rotation de l'arbre intermédiaire **(28)**, sachant que le moteur tourne à la vitesse **Nm = 1200 tr/mn.**

....

....

6- Calculer la puissance du moteur sachant que et le couple moteur **Cm= 8 Nm.**

....

....

7- Calculer le nombre de dents de la poulie **(26)** sachant que **r(28-19)=1/3**

....

....

8- Calculer la vitesse de rotation de l'arbre de sortie **(19)**, sachant que **N28 =600 tr/mn**

....

....

9- Déduire s'il s'agit d'un réducteur ou un multiplicateur de vitesse, justifier votre réponse.

....

....

10- Sachant que le rendement de cette transmission η **=0,93**, calculer la puissance de la vis **(22).**

....

....

11- Calculer la vitesse linéaire de la courroie **(27)** sachant que le diamètre primitif de la poulie **(7) d7=90mm.**

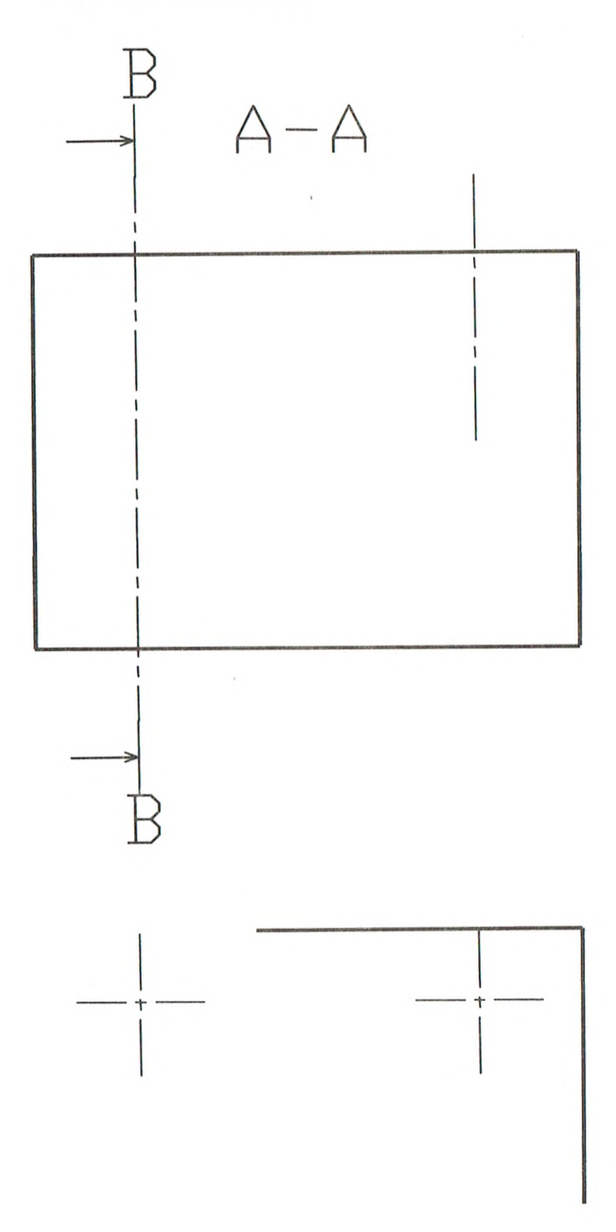
....

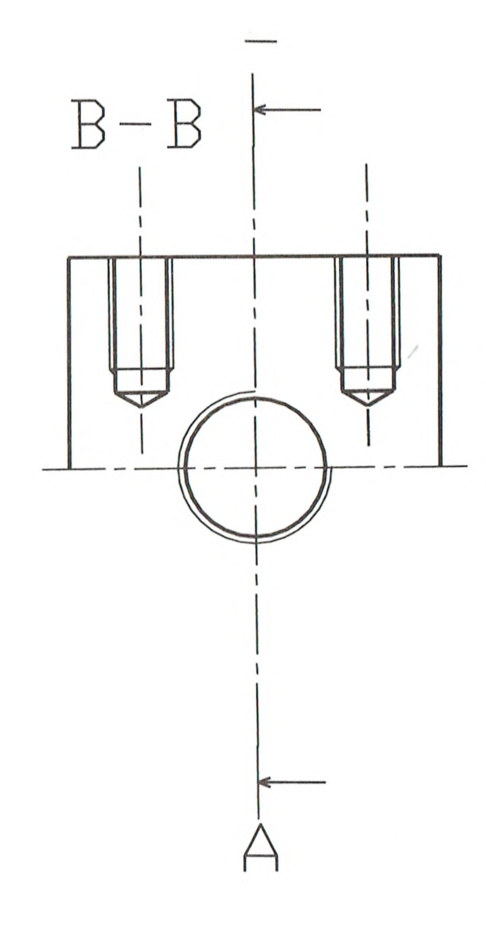
....

7. Dessin de définition :

Compléter le dessin de définition de l'écrou **(21)** par :

- La vue de face en coupe A-A.
- La vue de gauche en coupe B-B
- La vue de dessus.



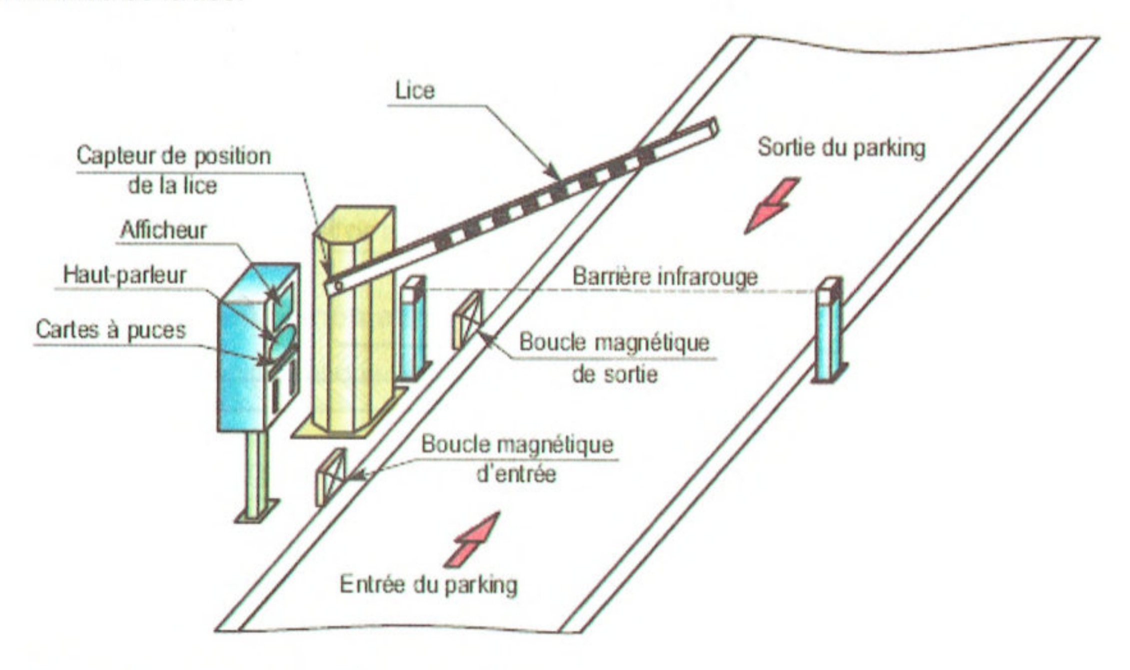


DC4

Contrôleur d'accès d'un parking

A. Présentation du système :

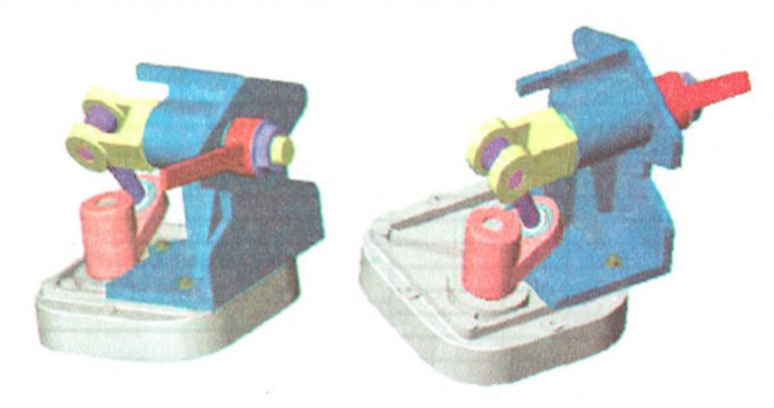
La figure ci-dessous représente le système d'accès d'un parc de stationnement dont le contrôle est assuré automatiquement. Le dessin d'ensemble de la page suivante représente le mécanisme de commande de la lice.



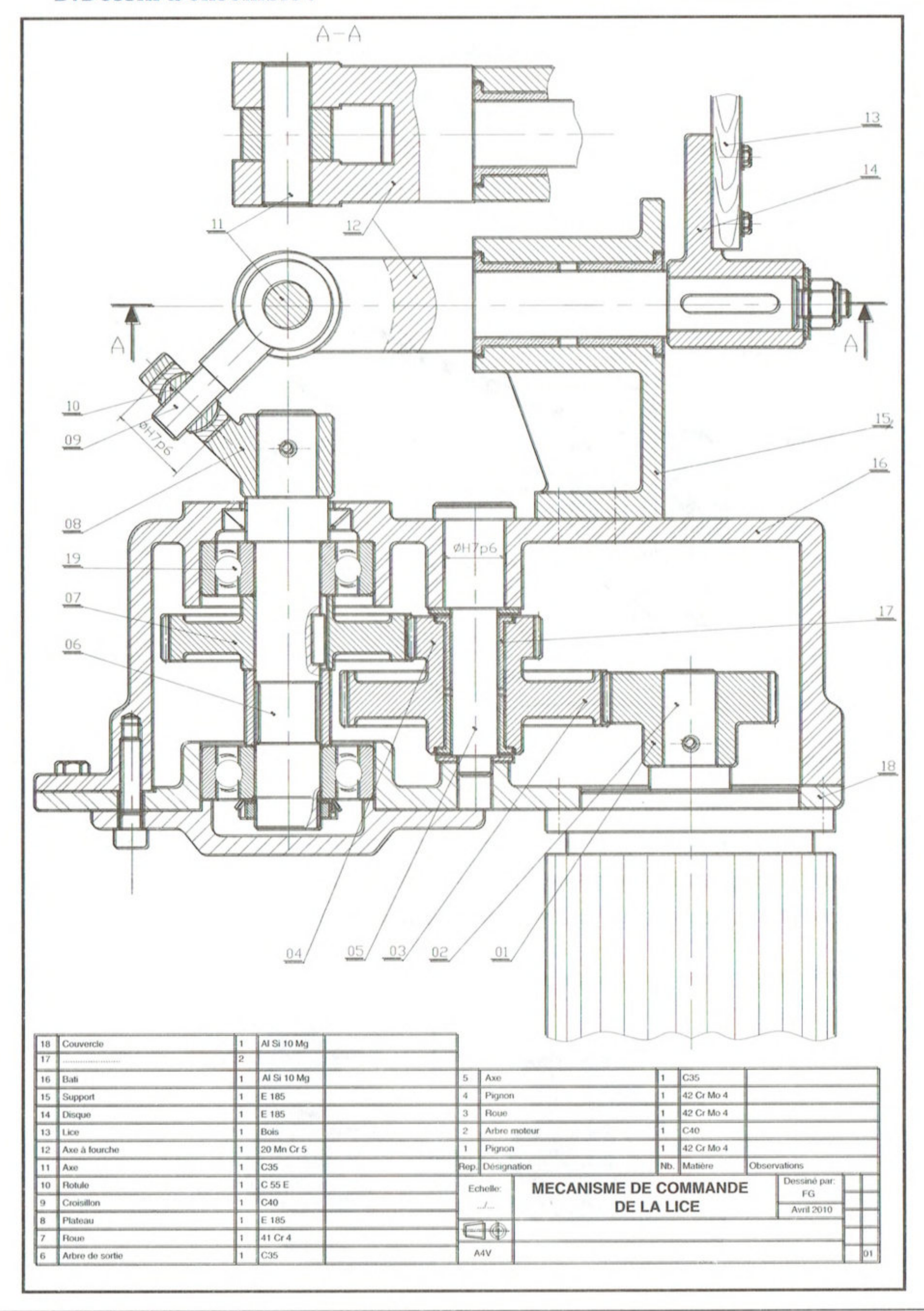
B. Fonctionnement de la barrière :

Le mouvement de rotation de l'arbre moteur **(2)** est transmis avec réduction de vitesse à l'arbre de sortie **(6)** par un réducteur à deux couples d'engrenages **(1-3)** et **(4-7)**. Ce mouvement de rotation continue de **(6)** est transformé en un mouvement de rotation alternative d'amplitude 90° de l'axe à fourche **(12)** sur lequel est encastrée la lice (barrière) **(13).**

C. Mécanisme de commande de la lice en 3d :



D. Dessin d'ensemble :

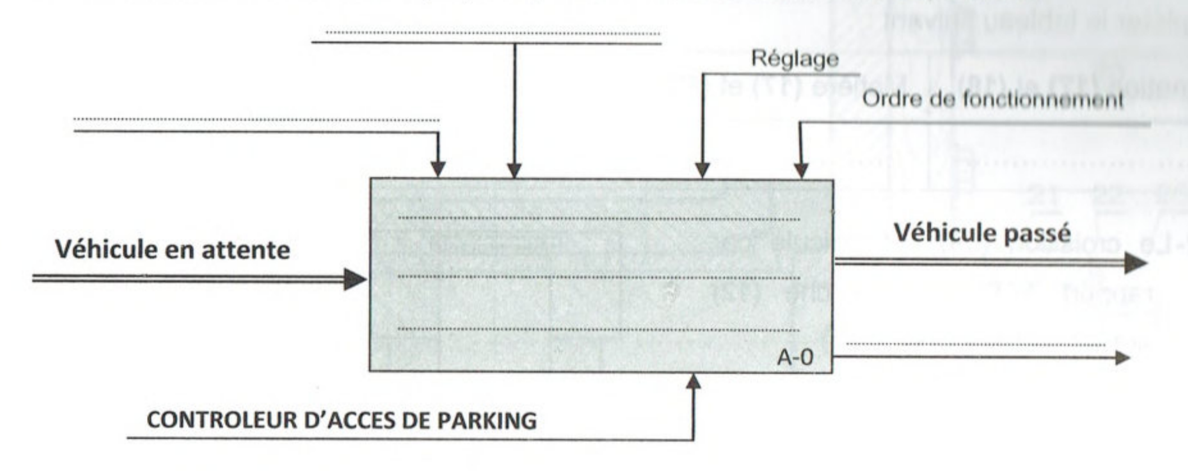


Rep.	Désignation	Nb.	Matière	Observations
18	Couvercle	1	Al Si 10 Mg	
17	....	2		
16	Bati	1	Al Si 10 Mg	
15	Support	1	E 185	
14	Disque	1	E 185	
13	Lice	1	Bois	
12	Axe à fourche	1	20 Mn Cr 5	
11	Axe	1	C35	
10	Rotule	1	C 55 E	
9	Croisillon	1	C40	
8	Plateau	1	E 185	
7	Roue	1	41 Cr 4	
6	Arbre de sortie	1	C35	
5	Axe	1	C35	
4	Pignon	1	42 Cr Mo 4	
3	Roue	1	42 Cr Mo 4	
2	Arbre moteur	1	C40	
1	Pignon	1	42 Cr Mo 4	

E. Travail demandé :

1. Analyse fonctionnelle :

En se référant au dossier technique, compléter le modèle de niveau A-0, suivant.



2. Schéma cinématique :

Compléter le schéma cinématique ci-dessous.

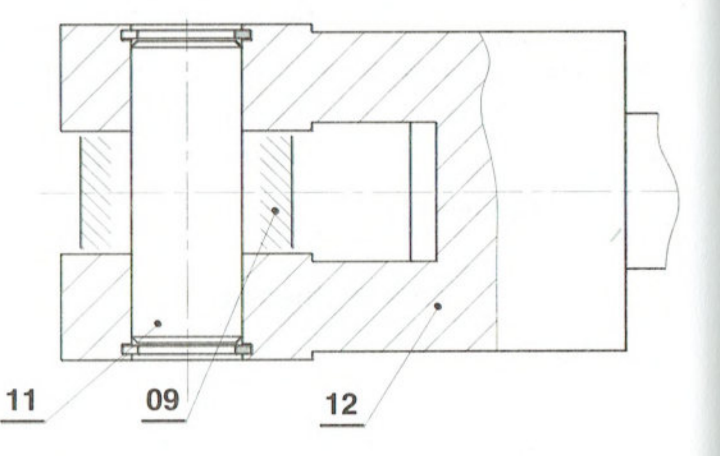
3. Guidage en rotation :

1- Le guidage en rotation du pignon **(04)** par rapport à l'axe **(05)** est réalisé par l'intermédiaire des pièces **(17)** et **(18)**.

Compléter le tableau suivant :

Désignation **(17)** et **(18).**	Matière **(17)** et **(18).**	Ajustements	
....	....	**17/04 :** ¬	**17/05 :** ¬ ....

2- Le croisillon **(09)** est articulé par rapport à l'axe à fourche **(12)** autour de l'axe **(11)**.



a) Quel est le type de ce guidage ?

....

b) Compléter au crayon la représentation de cette articulation en utilisant un coussinet cylindrique.

3- La liaison pivot entre l'arbre **(06)** et le carter **(16+18)** est réalisée par les deux roulements **(19)**

a) De quel type de roulements s'agit-il?...

b) Le montage de ces roulements est-il à arbre tournant ou à moyeu tournant ?...................

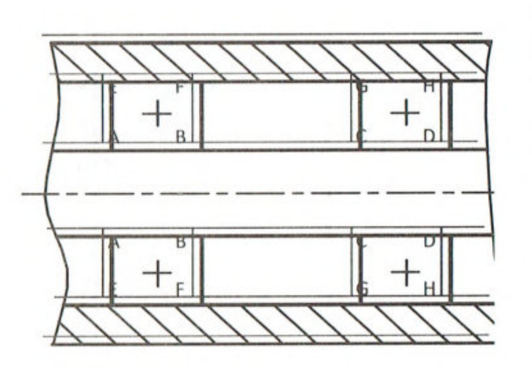
c) Quelles sont les bagues montées avec serrage ? ....

d) Quelles sont les bagues montées avec jeu? ....

e) Chacune des bagues intérieures doit être liée en translation avec l'arbre, dans les deux sens avec des obstacles. Ces obstacles sont repérés par quelles lettres ?........................

f) Chacune des bagues extérieures doit être liée en translation avec le bâti par des arrêts. Ces arrêts sont repérés par quelles

g) Compléter sur la figure ci-contre la schématisation correspondant à ce montage.



(Représenter des rectangles pleins pour les obstacles et des rectangles vides pour les arrêts).

4. Cotation fonctionnelle :

Tracer les chaînes de cotes installant les conditions **JA**, **JB**.

14

20

12

24 16 25

21 22 23

JB

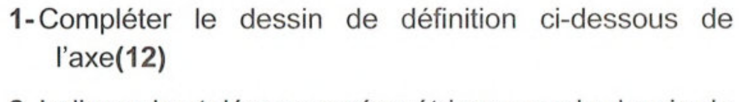
JA

5. Dessin de définition :

1- Compléter le dessin de définition ci-dessous de l'axe**(12)**

2- Indiquer les tolérances géométriques sur le dessin de définition de l'axe **(12)**.

A-A



S-S

?B

A

B

S

S

A

A

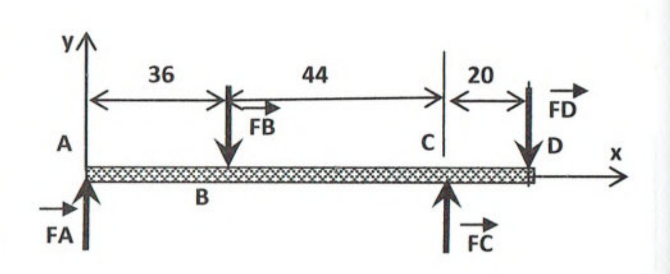
A

A

A

6. Analyse comportementale :

L'arbre de sortie du réducteur **(06)** de diamètre d est assimilé à une poutre cylindrique pleine sollicitée à la flexion simple, reposant sur deux appuis simples **C** et **D**, et supportant deux charges localisées en **A** $\|\vec{F_A}\| = 640\,N$ et en B. $\|\vec{F_B}\| = 1500\,N$



1- Vérifier que : $\|\vec{F_C}\| = 1600\,N$ et $\|\vec{F_D}\| = 740\,N$.

....

....

....

2- Tracer le diagramme des efforts tranchants T.

Entre **A** et **B** :

T (x) =...

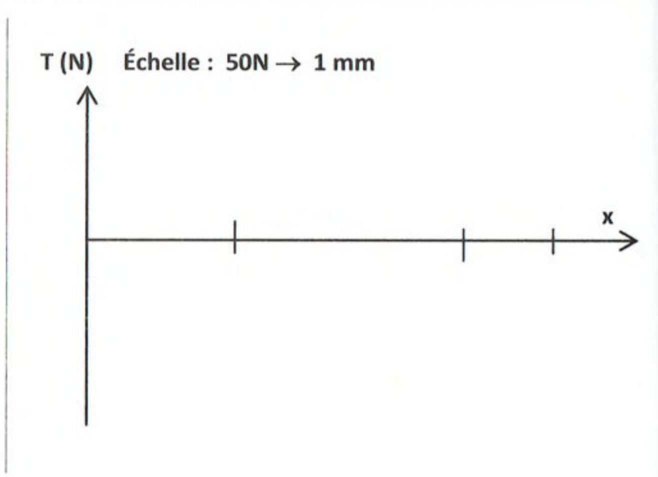
Entre **B** et **C** :

T (x) =...

Entre **C** et **D** :

T (x) =...

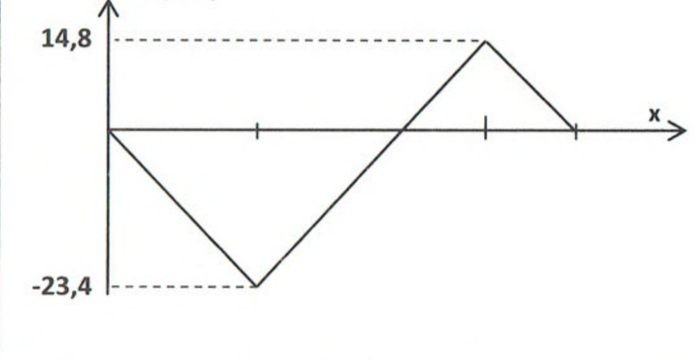
Déduire $\|\vec{T}max_i\| =$.............



3- On donne ci-contre le diagramme de répartition des moments fléchissant.

Déduire le moment fléchissant maximal.

$\|\vec{Mf}_{maxi}\| =$ ....



4- Sachant que la résistance élastique minimale du matériau de l'arbre est **Remini = 230 N/mm²**, calculer le diamètre minimal de l'arbre **(6)** si on adopte un coefficient de sécurité **s=5**

....

....

5- Calculer la contrainte tangentielle maximale pour un diamètre **d= 24 mm**

....

....

6- Calculer la contrainte normale maximale.

....

....

7- Tracer le diagramme de répartition des contraintes normales dans la section la plus sollicitée.

7. Conception :

1- Compléter le guidage en rotation des roues **(03)** et **(04)** par rapport à l'axe **(05)** en utilisant les composants ci-dessous.

2- Indiquer sur le dessin les tolérances nécessaires sur l'arbre et sur l'alésage pour assurer un bon fonctionnement du mécanisme.

COMPOSANTS

- Epaulement sur l'axe **(05)**
- Anneau élastique pour arbre **(27)**
- Bague entretoise **(26)**
- Matière sur la roue **(03)**
- Anneau élastique pour alésage **(25)**

18 27 03 26 17 25 05 16

DS2

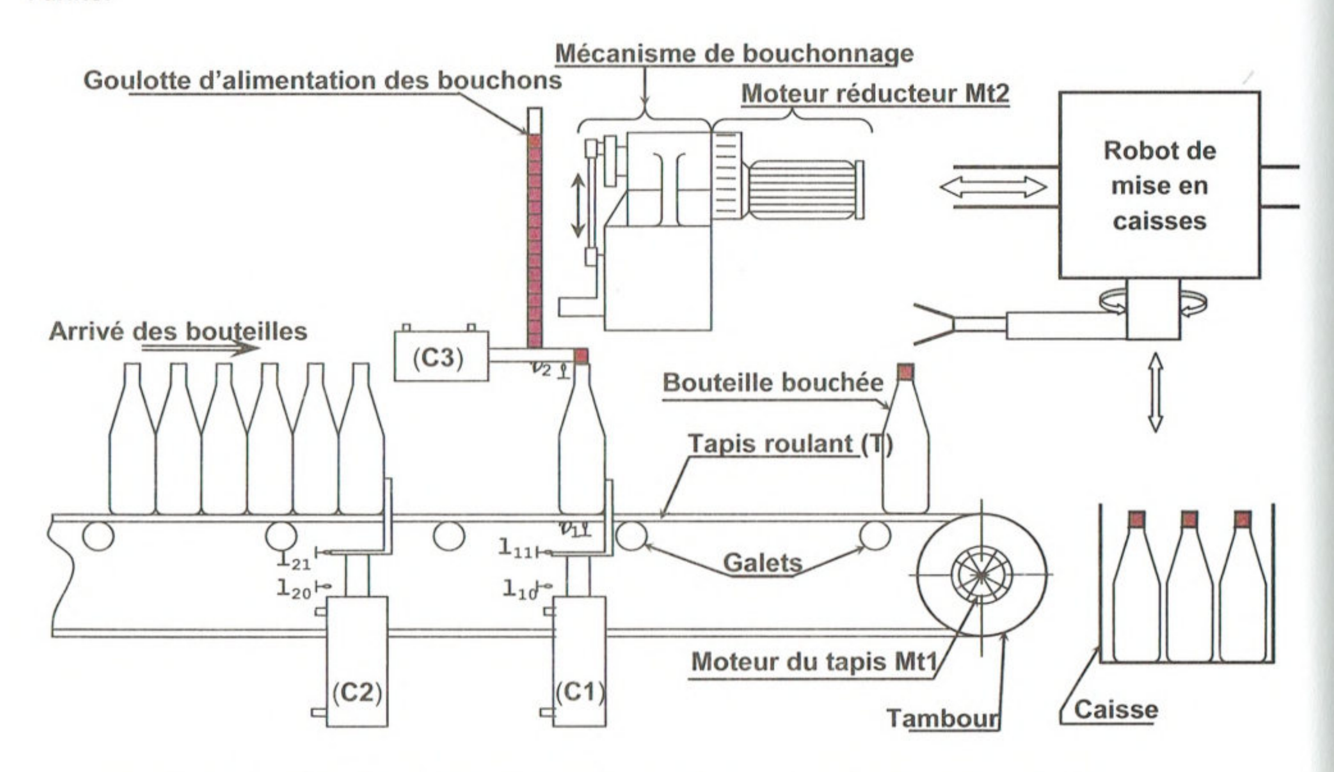
Unité de bouchage et d'encaissage de bouteilles

A. Description du système :

Les bouteilles remplies arrivent en permanences sur le tapis roulant **(T)**. Elles sont bloquées par le vérin **(C2)** qui ne libère l'une que si la précédente a été bouchée par le mécanisme de bouchage et libérée par le vérin **(C1).**

Une fois la bouteille bouchonnée, elle sera transférée dans une caisse par un robot.

Des contrôles sont effectués à chacun des postes garantissent un fonctionnement optimum de l'unité.



B. Description du mécanisme d'entraînement du tapis roulant.

Le tambour est commandé par le moteur **Mt1**, l'arbre moteur **(16)** entraîne en rotation le galet **(13)** par l'intermédiaire de la clavette **(14)** et le moyeu **(11)**. La rotation du gaine flexible **(12)** provoque la rotation du plateau **(20)**, d'où la rotation de l'arbre intermédiaire **(17)**. Cet arbre transmet son mouvement au tambour **(35)** par l'intermédiaire de deux couples d'engrenage (couple conique **26-30** et un couple d'engrenage à dentures droites **33-35**).

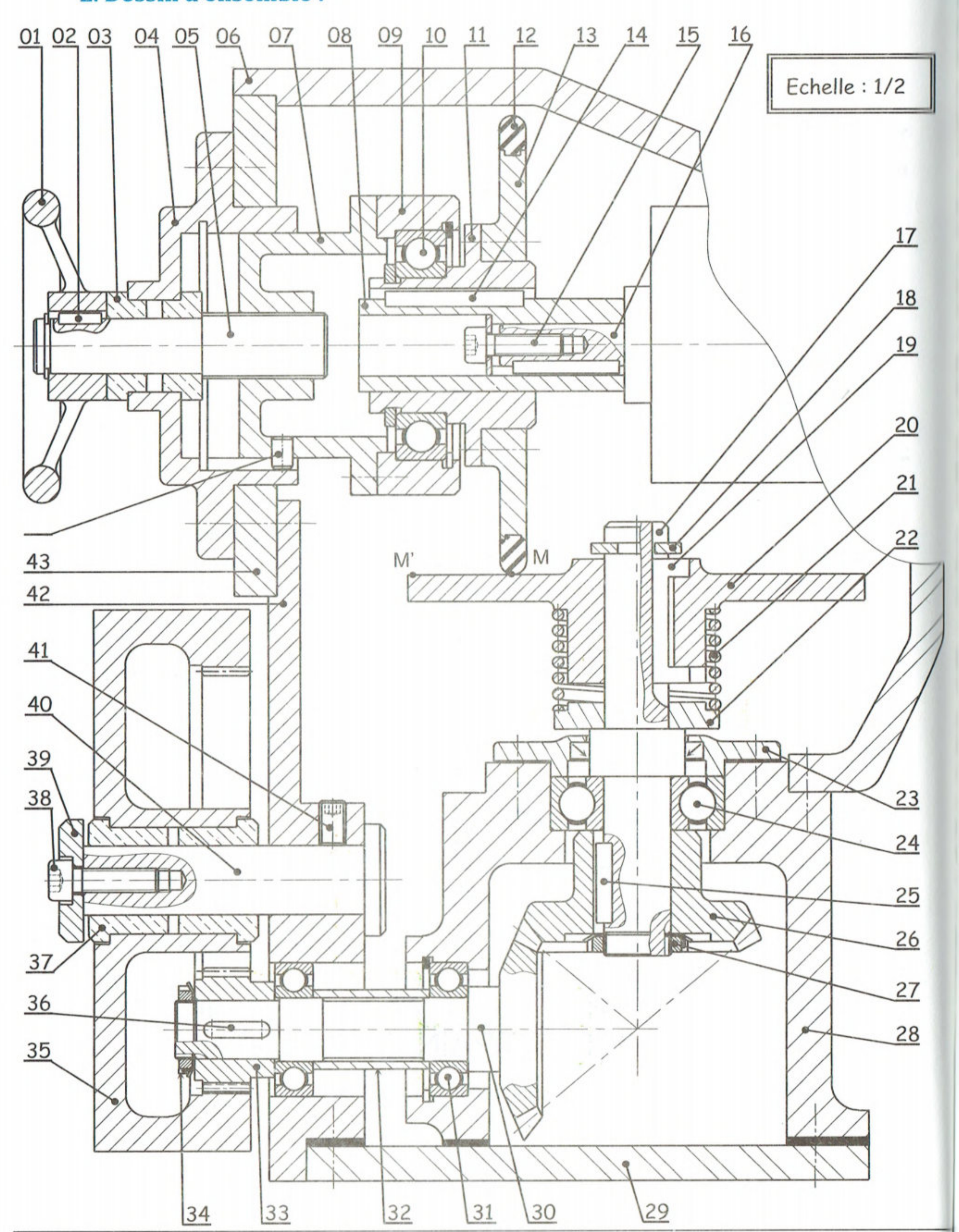
La rotation de la vis **(5)** provoque le déplacement du galet **(13)** sur le plateau **(20)** entre deux positions extrêmes **(M et M')** ce qui permet la variation de la vitesse de rotation de l'arbre intermédiaire **(17)**.

C. Eléments standards :

D. Nomenclature :

Rep	Nb.	Désignation	Rep	Nb.	Désignation
22	1	Butée	44	1	Ergot
21	1	Ressort	43	1	Bride
20	1	Plateau	42	1	Support
19	1	Clavette spéciale	41	1	Vis de pression
18	1	Anneau élastique	40	1	Axe
17	1	Arbre intermédiaire	39	1	Rondelle spéciale
16	1	Arbre moteur	38	1	Vis à tête cylindrique CHc
15	1	Vis à tête cylindrique CHc	37	2	Coussinet à collerette
14	1	Clavette parallèle	36	1	Clavette parallèle
13	1	Galet	35	1	Tambour
12	1	Gaine flexible (Caoutchouc)	34	1	Ecrou à encoches & rondelle frein
11	1	Moyeu	33	1	Pignon
10	1	Roulement à billes	32	1	Tube entretoise
09	1	Boitier	31	2	Roulement à billes
08	1	Douille	30	1	Pignon arbré
07	1	Coulisseau	29	1	Support
06	1	Carter	28	1	Carter
05	1	Vis de manœuvre	27	1	Ecrou à encoches & rondelle frein
04	1	Boîtier	26	1	Roue conique
03	2	Coussinet à collerette	25	1	Clavette parallèle
02	1	Clavette parallèle	24	1	Roulement à billes
01	1	Volant de manœuvre	23	1	Couvercle
MECANISME D'ENTRAINEMENT DU TAPIS					

E. Dessin d'ensemble :



F. Travail demandé :

1. Analyse fonctionnelle :

1- A partir du dossier technique du système : « Unité de bouchonnage et d'encaissage des bouteilles ». Donner la fonction principale du système

Fp :……………………………………………………………………………………………………

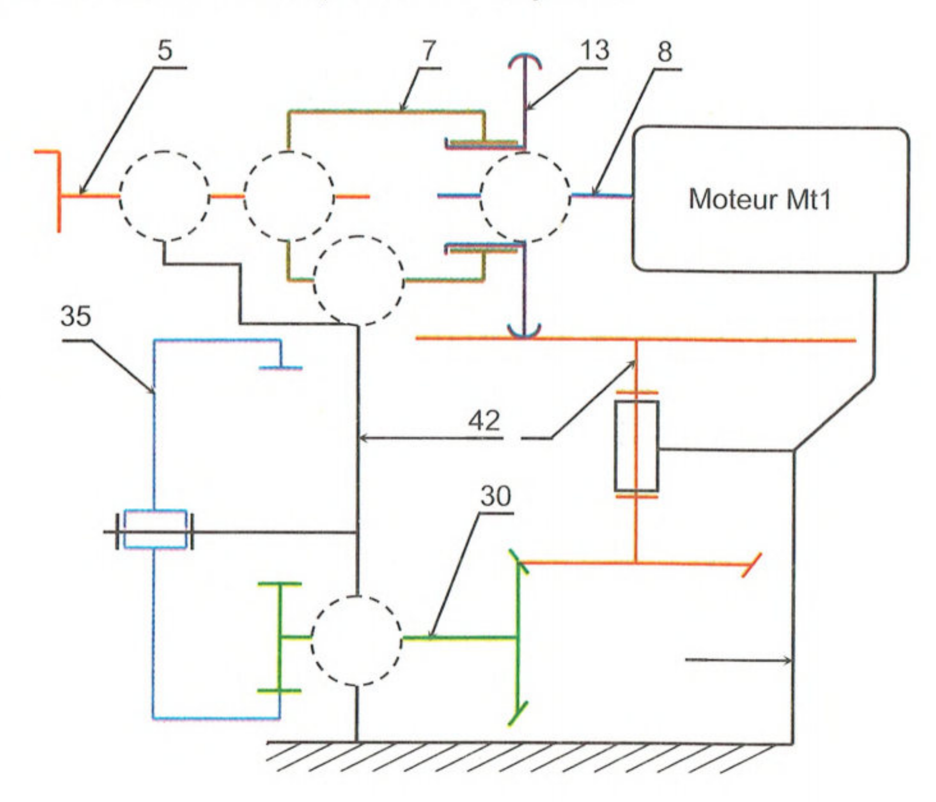
2- En se référant au dessin d'ensemble du variateur a plateau système. Compléter le tableau suivant en indiquant soit les processeurs, soit la fonction assurée.

Fonction	Processeurs
Avancer une bouteille	………………………………………
………………………………………………	Vérin **C2**
………………………………………………	Vérin **C1**
Bouchonner la bouteille	………………………………………
………………………………………………	Robot

3- Compléter les repères des pièces cinématiquement liées de la classe **A**.

A = {4 , 6 , 23 , 28 , ……………………………………… }

4- Compléter le schéma cinématique minimal du système.



2. Etude du système « roue de friction » :

1- Donner le rôle du ressort **(21)** : ....

2- Que se passe t-il si le tambour **(35)** se trouve accidentellement bloqué ?

....

....

3- En se référant au dessin d'ensemble, calculer les vitesses limites du plateau **(20)** si l'arbre moteur tourne à **1200tr/mn**. On vous rappelle que le rapport de transmission :

$$r = \frac{N_R}{N_M} = \frac{R_M}{R_R}$$

....

....

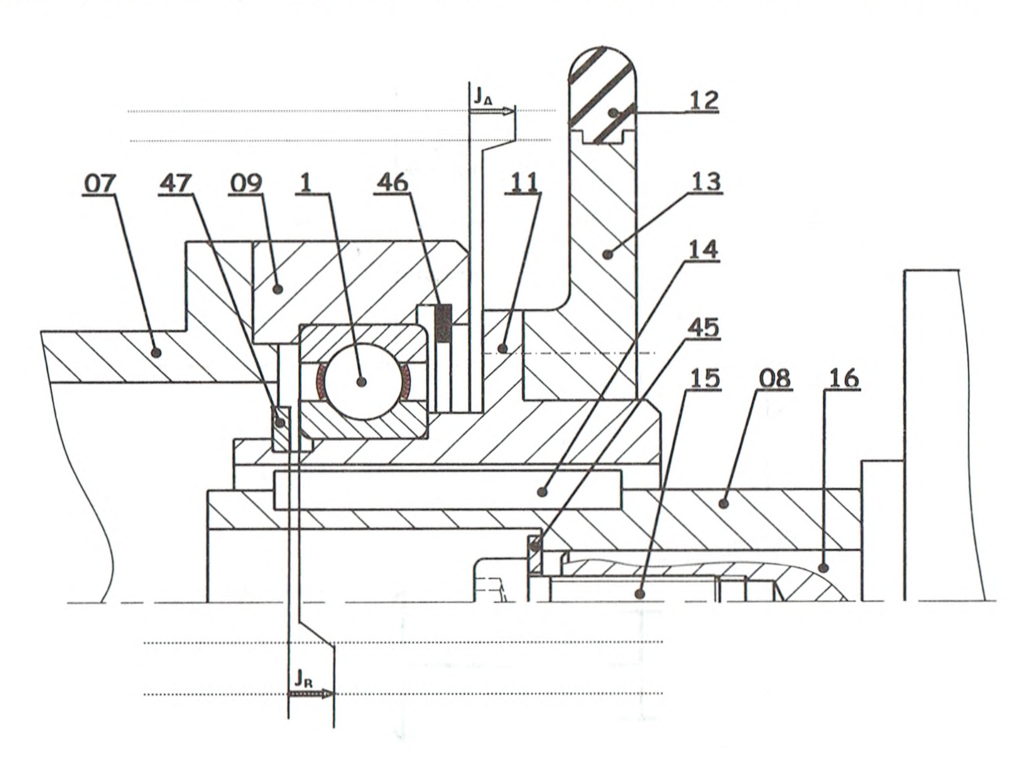
....

3. Cotation fonctionnelle :

1- Justifier la présence de la condition **JB** : ....

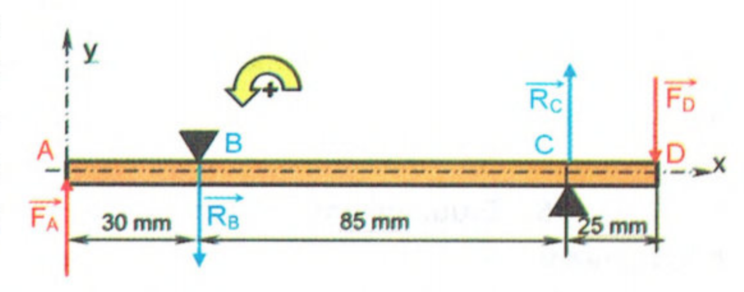
....

2- Sur le dessin ci-dessous, tracer la chaîne de cotes relative à la condition JA et JB.



4. Etude comportementale :

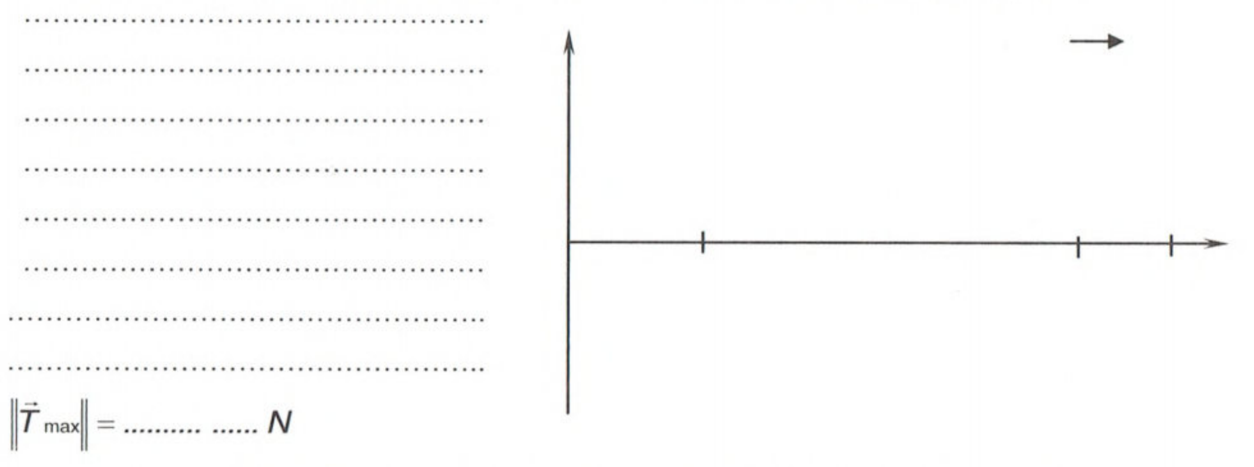
On se propose de vérifier la résistance de l'arbre de sortie **(30)** qui est assimilé à une poutre de section circulaire pleine de diamètre **d= 25 mm** et supportant deux charges localisées en **A** et **D** tel que :



$\|\vec{F_A}\| = 1000\,N$, $\|\vec{F_D}\| = 500\,N$ et deux réactions en **B** et en **C** comme l'indique le modèle.

1- Tracer le diagramme des variations des efforts tranchant le long de la poutre.

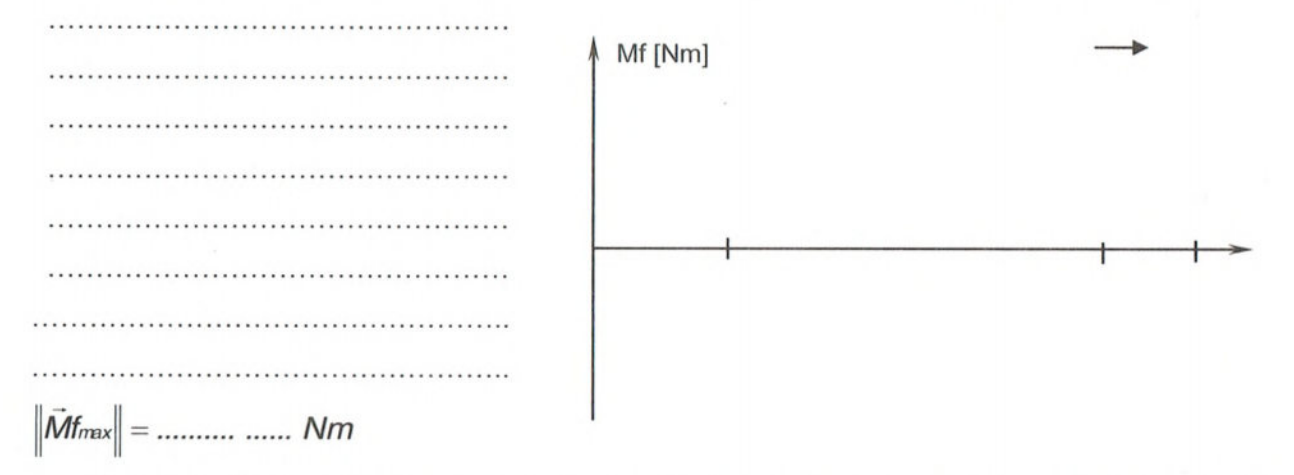
....
....
....
....
....
....
....
....



$\|\vec{T}_{max}\| = $ .... N

2- Tracer le diagramme des variations des moments fléchissant le long de la poutre.

....
....
....
....
....
....
....
....



$\|\vec{Mf}_{max}\| = $ .... Nm

3- Calculer le module de flexion et déduire la valeur de la contrainte normale dans la section la plus chargée.

....
....
....
....

4- Vérifier la résistance de l'arbre **(30)** à la flexion, si sa limite élastique **Remin=380 N/mm²** en adoptant un coefficient de sécurité **s=3 .**

....

....

....

5. Etude de conception :

A fin d'améliorer le rendement du variateur de vitesse, le constructeur se propose de remplacer les deux coussinets à collerettes par deux roulements à une rangé de billes à contact radial.

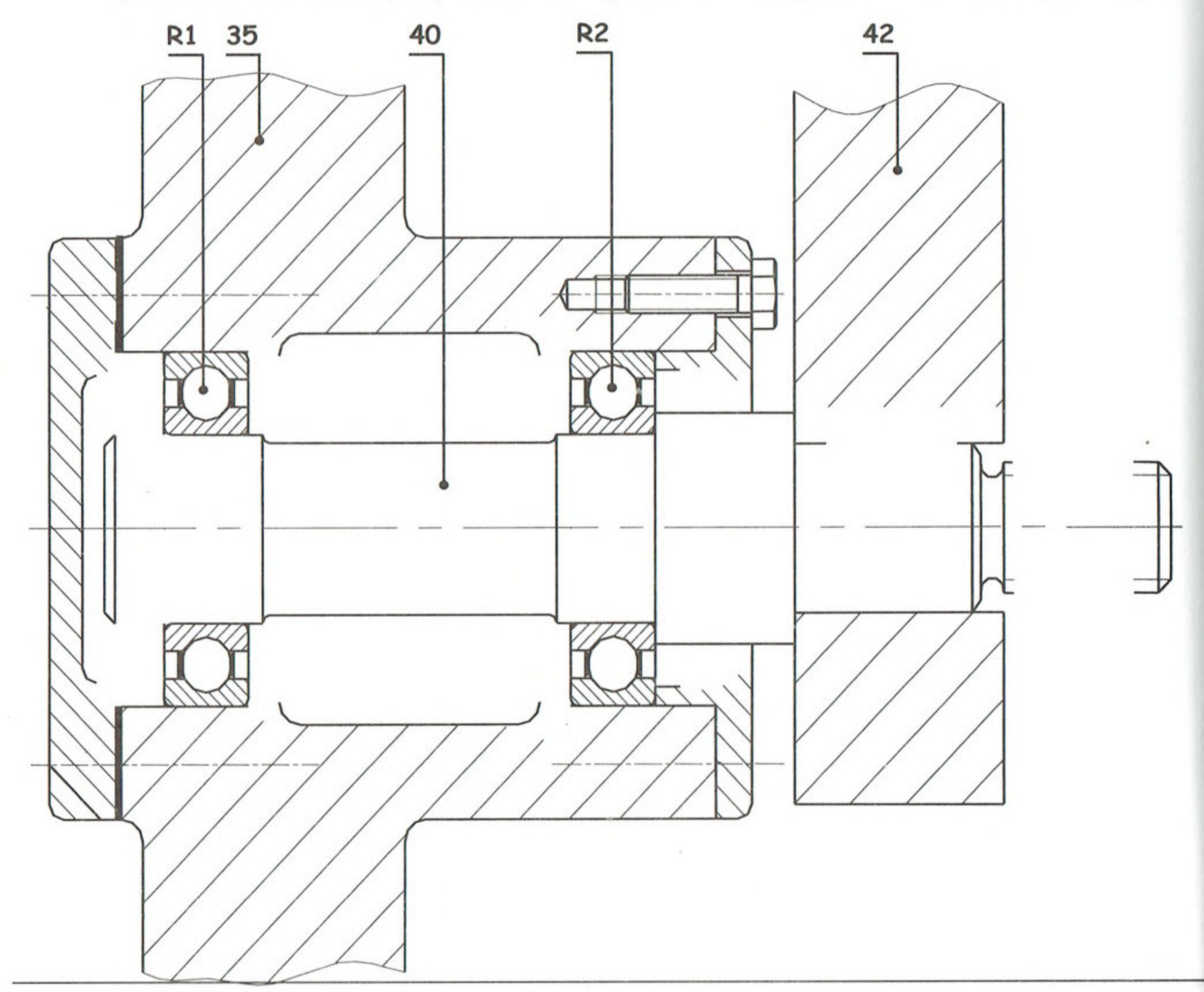
1- Compléter le montage de ces roulements.

2- Assurer l'étanchéité de ces roulements du coté du support **(42)** par un joint à lèvres.

3- Indiquer les tolérances aux portées des roulements et du joint d'étanchéité.

4- Liaison de l'axe **(40)** avec le support **(42)** :

5- Etudier la liaison encastrement de l'axe **(40)** avec le support **(42)** en remplaçant l'élément qui assure cette liaison par (un écrou hexagonal + rondelle plate et une clavette parallèle).

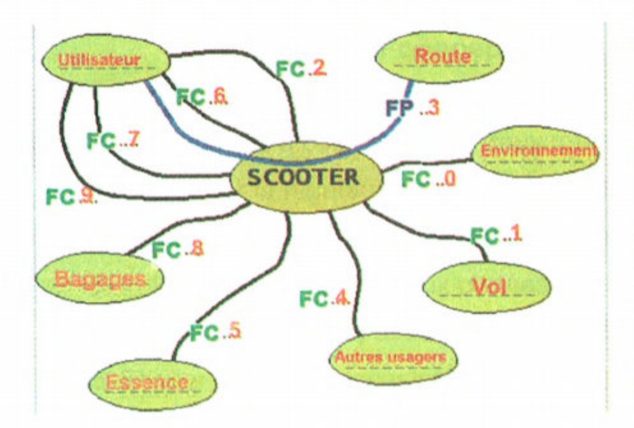


Corrigé

Leçon 1 : Analyse fonctionnelle externe d'un produit.

1. Scooteur :

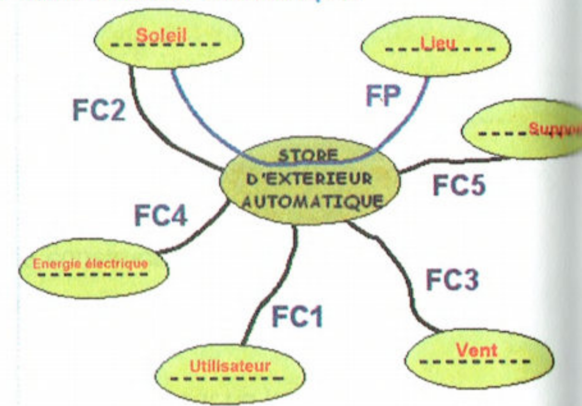
1- Diagramme pieuvre



2- Compléter cette fiche d'évaluation pour le scooter

Fonctions de service	Solutions constructives	Critères d'appréciation	Niveau d'appréciation
Déplacer l'utilisateur par rapport à la route, sans effort physique.			
Avoir une autonomie suffisante			
Respecter l'environnement			
Respecter les autres usagers et se faire respecter d'eux			
Transporter des bagages			
Avoir un prix accessible			
Installer confortablement l'utilisateur			
Sécuriser l'utilisateur			
Plaire à l'utilisateur			
Etre protéger contre le vol			

2. Store extérieur automatique.



3. Autocuiseur

1- Enoncer le besoin :

Q1 : A qui (A quoi) rend-t-il service ? **A l'utilisateur**

Q2 : Sur qui (Sur quoi) agit-t-il ? **Aliments non cuits**

Q3: Dans quel but ? **Cuire rapidement des aliments non cuits**

2- Valider le besoin :

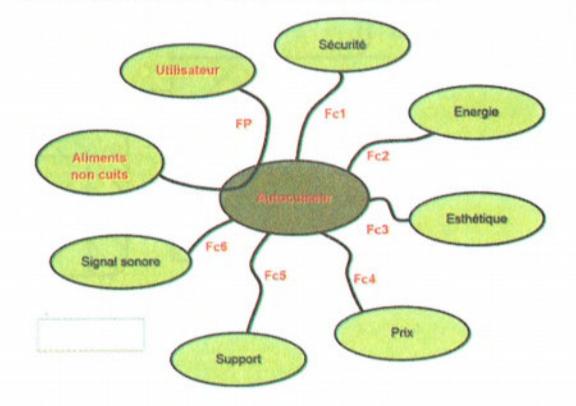
Q1 : Pourquoi ce besoin existe-t-il ? **Pour cuire rapidement des aliments**

Q2 : Qu'est ce qui pourrait faire disparaître ce besoin ? **Aliments non cuits**

Q3:Pensez-vous que les risques de voir disparaître ou évoluer ce besoin sont réels dans un proche avenir ? **Non**

Conclusion : **Le besoin est validé**

3- Recenser les fonctions de service :



- **FP** : Permettre à l'utilisateur de cuire rapidement des aliments non cuits
- **FC1** : **Ne présente pas de danger**
- **FC2** : **S'adapter à l'énergie thermique**
- **FC3** : **Plaire à l'œil**
- **FC4** : **Etre peu coûteux**
- **FC5** : **Etre stable sur un plan**
- **FC6** : Signale la fin de cuisson

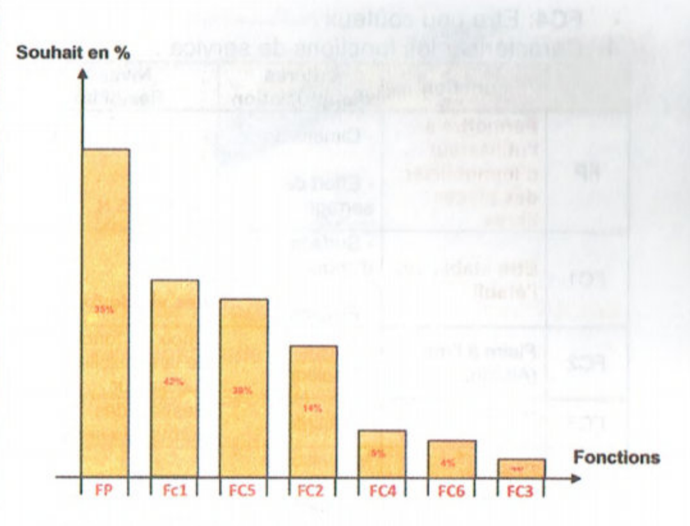
4- Caractériser les fonctions de service :

	Fonction	critères d'appréciation	Niveau flexibilité
FP	Permettre à l'utilisateur de cuire rapidement des aliments non cuits	Temps de préparation	20 mn ±5mn
FC1	Ne présente pas de danger	Sécurité	- Conductibilité thermique - Etanchéité - Limitation de pression
FC2	S'adapter à l'énergie thermique	- Thermique	- 300°c ±20°c
FC3	Plaire à l'œil	- Forme - couleur	Choix en fonction de la sensibilité de l'utilisateur
FC4	Etre peu coûteux	Minimiser le coût	< 40 DT
FC5	Etre stable sur un plan	- Surface d'appui - Masse	- Plan pour une bonne stabilité - 2Kg ±100g
FC6	Signale la fin de cuisson	Signalisation	Entendu à une distance moyenne - 15m ±2m

5- Hiérarchiser et valoriser les fonctions de service :

	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6	Points	%
FP	FP	FP	FP	FP	FP	FP	15	35
	FC1	0	FC1	FC1	FC1	FC1	9	21
		FC2	FC2	FC2	FC5	FC2	6	14
			FC3	FC3	FC5	FC6	1	2
				FC4	FC5	FC4	2	5
					FC5	FC5	8	19
						FC6	2	4
							43	100

6- Etablir l'histogramme les fonctions de service (histogramme des souhaits)



4. Etau d'établi

1- Enoncer le besoin :

Q1 : A qui (A quoi) rend-t-il service ? **A l'utilisateur**

Q2 : Sur qui (Sur quoi) agit-t-il ? **Pièce libre**

Q3: Dans quel but ? **Permettre à l'utilisateur d'immobiliser des pièces libres**.

2- Valider le besoin :

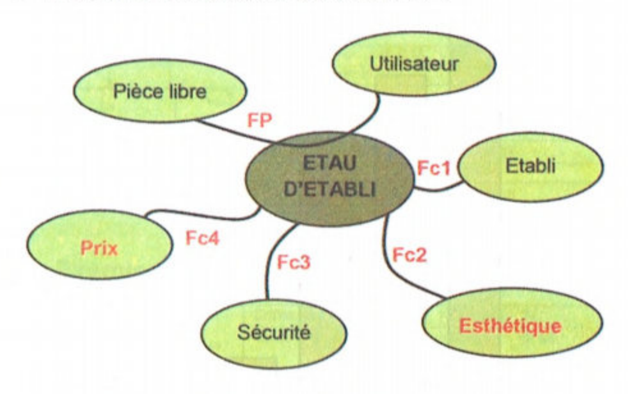
Q1 : Pourquoi ce besoin existe-t-il ? R1 **: Pour immobiliser une pièce libre pendant les travaux de bricolage**

Q2 : Qu'est ce qui pourrait faire disparaître ce besoin? R2 : **Pas de travaux de bricolage ou manque de pièces libres**

Q3:Pensez-vous que les risques de voir disparaître ou évoluer ce besoin sont réels dans un proche avenir ? R3 : **Non**

Conclusion : **Le besoin est validé**

3- Recenser les fonctions de service :



- **FP : Permettre à l'utilisateur d'immobiliser des pièces libres**
- **FC1 : Etre stable sur l'établi**
- **FC2 :** Plaire à l'œil
- **FC3 : Ne présente pas de danger**

- **FC4:** Etre peu coûteux

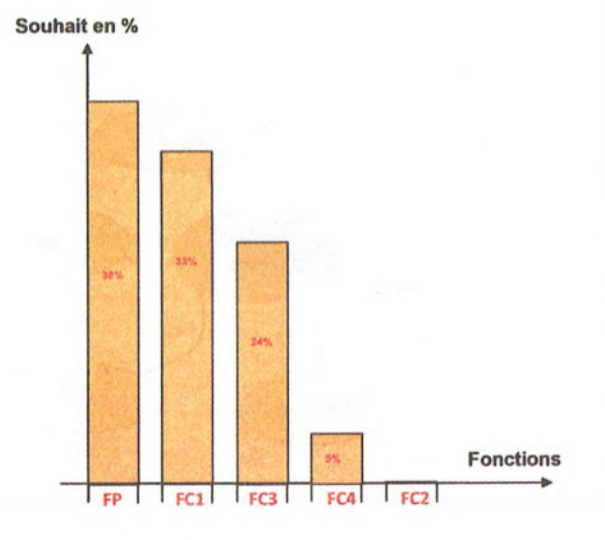
4- Caractériser les fonctions de service :

	Fonction	critères d'appréciation	Niveau flexibilité
FP	**Permettre à l'utilisateur d'immobiliser des pièces libres**	- Dimension - Effort de serrage	**Langueur= 150mm ±5mm** **De 1N à 5 N**
FC1	**Etre stable sur l'établi**	- Surface d'appui - Fixation	**Plane** **des vis de fixation**
FC2	Plaire à l'œil (Attirant)	- **Forme** - Couleur	Choix en fonction de la sensibilité de l'utilisateur
FC3	**Ne présente pas de danger**	- Sécurité	Respect des normes de sécurité
FC4	Etre peu coûteux	Minimiser le coût (Prix abordable	< 15 DT

5- Hiérarchiser et valoriser les fonctions de service :

	FC1	FC2	FC3	FC4	Points	%
FP	FP	**FP**	FP	FP	9	**38**
	FC1	FC1	**FC1**	FC1	8	**33**
		FC2	**FC3**	**FC4**	0	**0**
			FC3	FC3	6	**24**
				FC4	1	**5**
					24	**100**

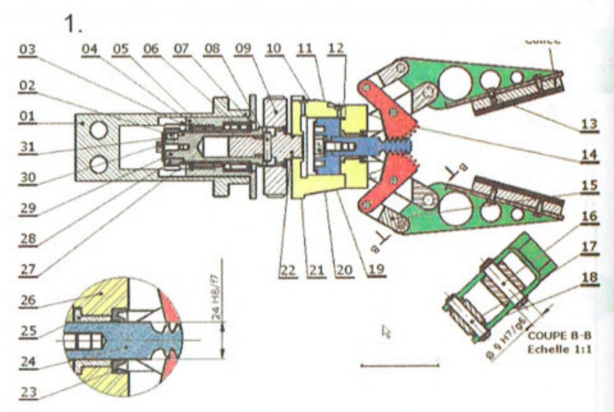
6- Etablir l'histogramme des fonctions de service



Leçon 2 : Lecture d'un dessin d'ensemble.

Problème1 : Main de robot à 2 doigts.

1.



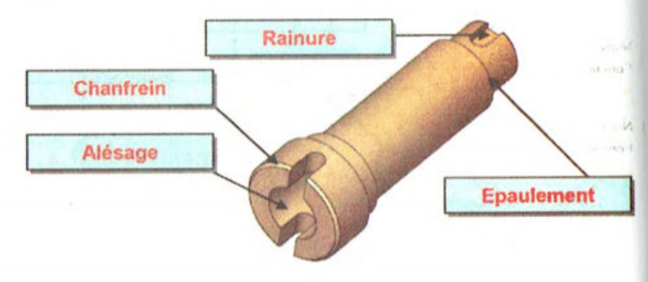
2.

Fonction	Composant(s)
Encastrer la crémaillère avec le piston	**Vis (20) et rondelle (19)**
Réduire le frottement entre la crémaillère (24) et le guide (26)	**Coussinet (25)**
Encastrer le pignon (28) et l'arbre (29)	Forme cylindrique +clavette (2) +Vis (30) et rondelle (31)
Transmettre le couple de l'arbre (29) à l'arbre (22)	Goupille de transmission (8)

3. Désignation des matériaux :

a) Arbre de transmission (29) : **20 Mn Cr 5**
Acier faiblement allié à 0,2% de carbone 0,5% de molybdène et une trace de chrome
Coussinet (25) : **Cu Sn 8 : Alliage de cuivre (bronze) : cuivre + 8% d'étain**
b) **X 5 Cr Ni Mo 17 - 12**

4.



Problème2 : Etau de perçage orientable.

1. Analyse fonctionnelle du mécanisme :

FG : **Permettre d'orienter et de serrer la pièce à percer**

2. Analyse du fonctionnement :

Repère	Désignation	Fonction
(15)	Clavette	Supprimer la rotation entre (14) et (11)
(16)	Rondelle plate	Augmenter la surface de contact
(17)	Ecrou borgne	Eliminer la translation entre (14) et (11)

3. Analyse des solutions constructives :

Fonction technique	Solution technologique
Lier le mors mobile (9) à la plaque (8)	Trois vis repère (**7**)
• Lier le volant (**14**) à la vis de manœuvre (**11**)	Clavette (15), rondelle (16) et écrou (17)
• Guider la vis de manœuvre en rotation	Mors fixe (4)
• Lier le plateau (**2**) à la semelle (**1**)	Vis à tête carrée(20) et écrou hexagonale (19)
• Guider le mors mobile (**9**) en translation	Mors fixe (4) et la plaque (8)
Assurer la rotation entre le mors fixe (4) et le plateau (2)	*Axe (3)*

4. Analyse des formes :

a) **Améliorer l'adhérence entre la pièce et les patins afin d'éviter le glissement**

b)

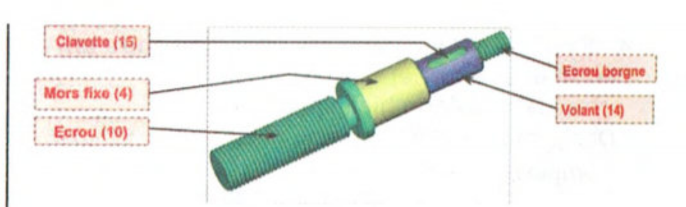
Nom : Perçage
Fonction : Positionner le plateau / semelle

Nom : Trou oblong
Fonction : Orienter le plateau

Nom : Bossage
Fonction : Recevoir la tête de la vis

Nom : Rainure
Fonction : Positionner l'étau / table

c) Indiquer sur la vis de manœuvre (**11**) les pièces portées par les différentes parties :



5. Désignation des matériaux :

a)

Justification : **Porter toute l'usure sur l'écrou qui est plus facile à usiner que la vis (11)**

Composition : **Bronze : cuivre + 10% d'étain et une trace phosphore**

b) La semelle (1) est en EN GJS- 600-3 : **Fonte à graphite sphéroïdal de résistance minimal à la rupture Rrmin= 600 Mpa et d'allongement après rupture de 3%**

Leçon 3 : Tolérances dimensionnelles et géométriques.

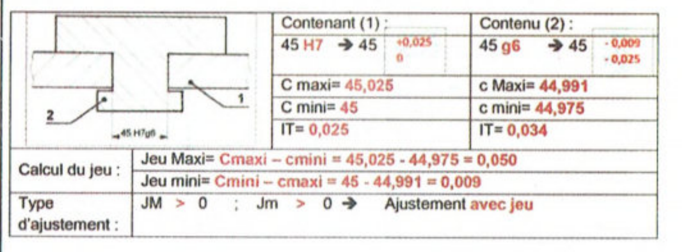
1. Exercice n°1 :

	Alésage (1) :	Arbre (2) :
	Ø20 H7 → Ø20 $^{+0,021}_{0}$	Ø20 m6 → Ø20 $^{+0,021}_{+0,008}$
	Dmaxi= 20,021	dMaxi= 20,021
	Dmini= 20	dmini= 20,008
	IT= 0,021	IT= 0,013
Calcul du jeu :	Jeu Maxi= Dmaxi – dmini = 20,021 - 20,008 = 0,013	
	Jeu mini= Dmini – dmaxi = 20 -20,021 = - 0,021	
Type d'ajustement :	JM > 0 ; Jm < 0 → Ajustement incertain	

2. Exercice n°2 :

	Alésage (1) :	Arbre (2) :
	Ø18 H7 → Ø18 $^{+0,018}_{0}$	Ø18 js6 → Ø18$^{\pm 0,0055}$
	Dmaxi= 18,018	dMaxi= 18,0055
	Dmini= 18	dmini= 17,9945
	IT= 0,018	IT= 0,011
Calcul du jeu :	Jeu Maxi= Dmaxi – dmini = 18,018 - 17,9945 = 0,0235	
	Jeu mini= Dmini – dmaxi = 18 - 20,0055 = - 0,0055	
Type d'ajustement :	JM > 0 ; Jm < 0 → Ajustement incertain	

3. Exercice n°3 :



	Contenant (1) :	Contenu (2) :
	45 H7 → 45 $^{+0,025}_{0}$	45 g6 → 45 $^{-0,009}_{-0,025}$
	C maxi= 45,025	c Maxi= 44,991
	C mini= 45	c mini= 44,975
	IT= 0,025	IT= 0,034
Calcul du jeu :	Jeu Maxi= Cmaxi – cmini = 45,025 - 44,975 = 0,050	
	Jeu mini= Cmini – cmaxi = 45 - 44,991 = 0,009	
Type d'ajustement :	JM > 0 ; Jm > 0 → Ajustement avec jeu	

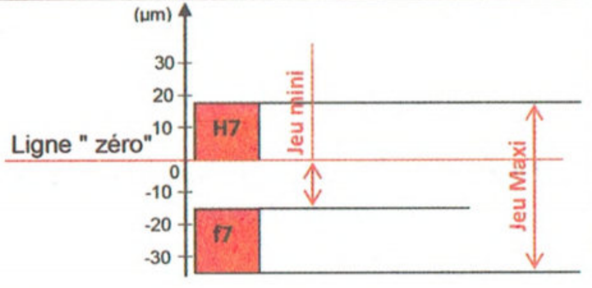
4. Exemples d'ajustements : (Liaison entre un piston et une bielle)

a) Liaison bielle/axe :

Désignation de l'ajustement : **Ø12 H7/f7**

Compléter le tableau :

	ARBRE : Ø12 f7	ALESAGE : Ø12 H7
Cote (mm)	12	12
Ecart supérieur (mm)	- 0,016	+ 0,018
Ecart Inférieur (mm)	- 0,034	0
IT (mm)	0,018	0,018
Cote Maxi. (mm)	11,984	12,018
Cote mini (mm)	11,966	12



Calculer :

(Serrage ou jeu) **Jeu Maxi** = **(+0,018) – (- 0,034) = 0,052 mm**

(Serrage ou jeu) **Jeu mini** = **(0) – (- 0,016) = 0,016 mm**

IT = **jeu Maxi – jeu mini = 0,036 mm**

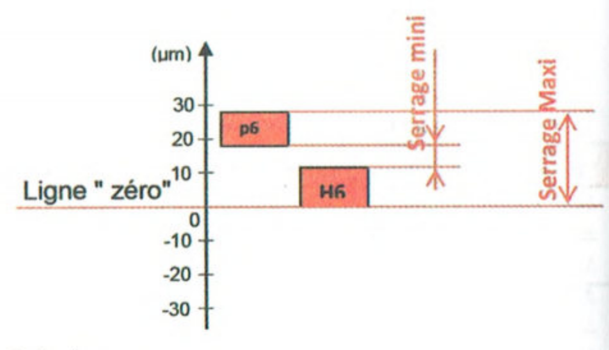
Nature de l'ajustement (avec jeu, avec serrage ou incertain) : **avec Jeu**

b) Liaison piston/axe :

Désignation de l'ajustement : **Ø12 H6/p6**

Compléter le tableau :

	ARBRE : Ø12 p6	ALESAGE : Ø12 H6
Cote (mm)	12	12
Ecart supérieur (mm)	+ 0,029	+ 0,011
Ecart Inférieur (mm)	+ 0,018	0
IT (mm)	0,011	0,011
Cote Maxi. (mm)	12,029	12,011
Cote mini (mm)	12,018	12



Calculer :

(Serrage ou jeu) **Serrage Maxi** = **(0) – (+0,029) = - 0,029 mm**

(Serrage ou jeu) **Serrage mini** = **(+0,011) – (+0,018) = - 0,007 mm**

IT = **Serrage Maxi – Serrage mini = 0,029 – 0,007 = 0,022 mm**

Nature de l'ajustement (avec jeu, avec serrage ou incertain) : **avec serrage**

Problème1 : Vérin pneumatique

1. Lecture d'un dessin d'ensemble.

a) Expliquer la désignation normalisée des pièces suivantes.

8 : Rondelle plate type normale de diamètre nominal 12

9 : Vis à tête cylindrique à six pans creux, filetage métrique de diamètre 8 et de longueur 25

11 : Joint torique de diamètre intérieur 34,59 mm et de diamètre du tore 2,62 mm

14 : Rondelle grower de série réduite diamètre nominal 12

15 : Ecrou hexagonal de filetage métrique et de diamètre 8

b) Indiquer le type de ce vérin : **Simple effet**

c) Décrire brièvement le fonctionnement de ce vérin.

La pression exercée par le fluide sur le piston (6) provoque la sortie de la tige (2). Le rappel est assuré par le ressort (5).

d) Justifier l'existence du trou réalisé sur le fond avant (3).

Pour que l'air dans la chambre coté ressort ne s'oppose pas au mouvement du piston.

e) Expliquer les désignations suivantes des matériaux.

- Fond avant (**3**) en **Al Si 13** : **Alliage d'aluminium, aluminium + 13% de silicium.**
- Coussinet (**4**) en **Cu Sn 8** : **Alliage de cuivre (bronze), cuivre + 8% d'étain.**
- Ressort (**5**) en **X 30 Cr 13** : **Acier fortement allié à 0,3% de carbone et 13% de chrome**
- Piston (**6**) en **Al Mg 6** : **Alliage d'aluminium, aluminium + 6% de magnésium.**

5. Tolérances dimensionnelles.

a) En se référant aux dessins de définition du fond avant (**3**) et du coussinet (**4**), définir et déterminer les éléments des ces cotes tolérancée

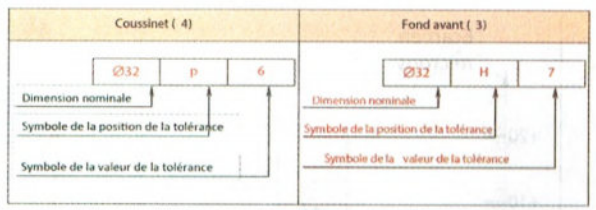
Coussinet (4)	
Type de la surface :	Cylindrique
Cote nominale :	Ø32
Ecart supérieur :	+ 0,042
Ecart inférieur :	+0,026
Cote maximale :	32,042
Cote minimale :	32,026
Intervalle de tolérance :	0,016

Ecart supérieur
Ecart inférieur
Type de la surface
$Ø32^{+0,042}_{+0,026}$
Ø32 p6
Symbole de diamètre
Cote nominale

Fond avant (3)	
Type de la surface :	Cylindrique
Cote nominale :	Ø32
Ecart supérieur :	0,025
Ecart inférieur :	0
Cote maximale :	32,025
Cote minimale :	32
Intervalle de tolérance :	0,025

Ecart inférieur
Ecart supérieur
Cote nominale
Symbole de diamètre
Type de la surface
Ø32 H7

b) En se référant aux tableaux des principaux écarts en micromètres, déterminer les cotes tolérancées en respectant la norme du système ISO de tolérances :



c) Installer ces cotes tolérancées équivalentes sur les dessins de définition des pièces.

d) En se référant au dessin d'ensemble, on s'intéressant aux ajustements relatifs aux assemblages suivants :

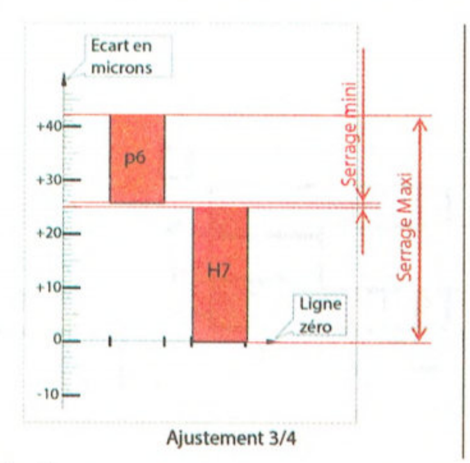
- fond avant (3) et du coussinet (4) **Ø32 H7 p6**
- coussinet (4) et tige du vérin (2) **Ø24 H7 f6**

- Sur le graphe suivant et à l'échelle proposée, porter les tolérances de diamètre relatives aux pièces de chaque assemblage.

N.B. : Utiliser des rectangles de largeurs 10mm et de hauteur les étendues des intervalles de tolérances en micromètres.

- Indiquer sur le même graphe (les serrages ou les jeux) maxi et mini, puis calculer leurs valeurs.

-

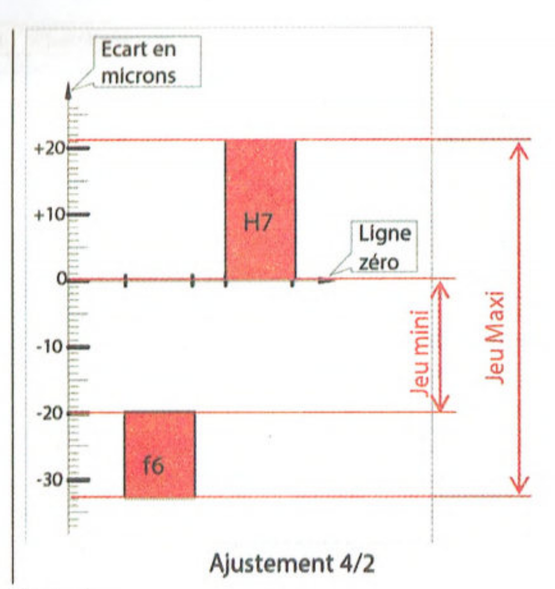


Ajustement 3/4

Calcul :

Serrage Maxi = (0) – (+0,042) = - 0,042 mm

Serrage mini = (0,025) – (+0,026) = - 0,001 mm



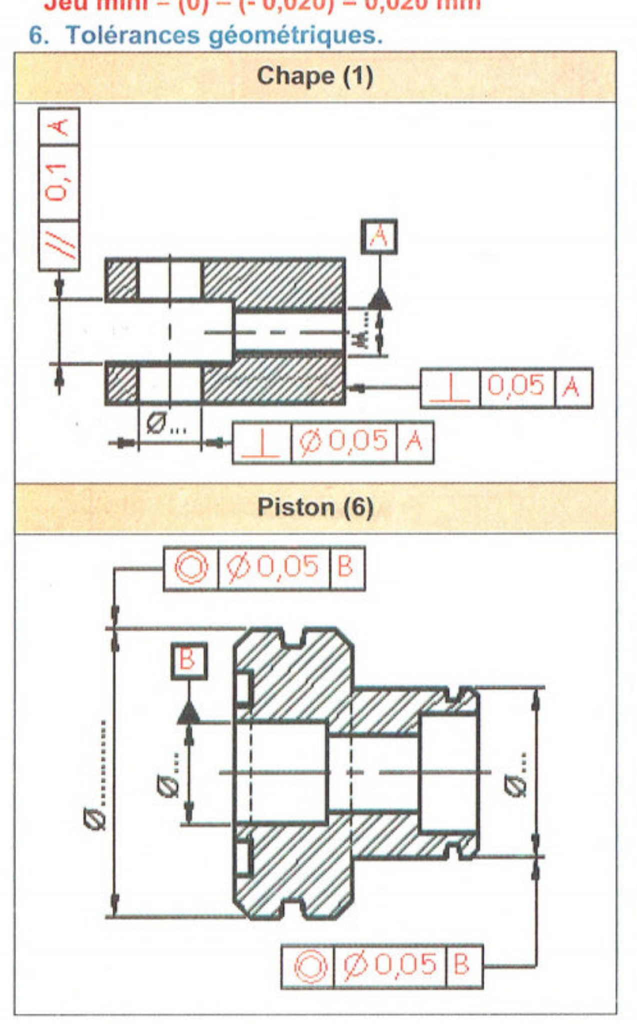
Ajustement 4/2

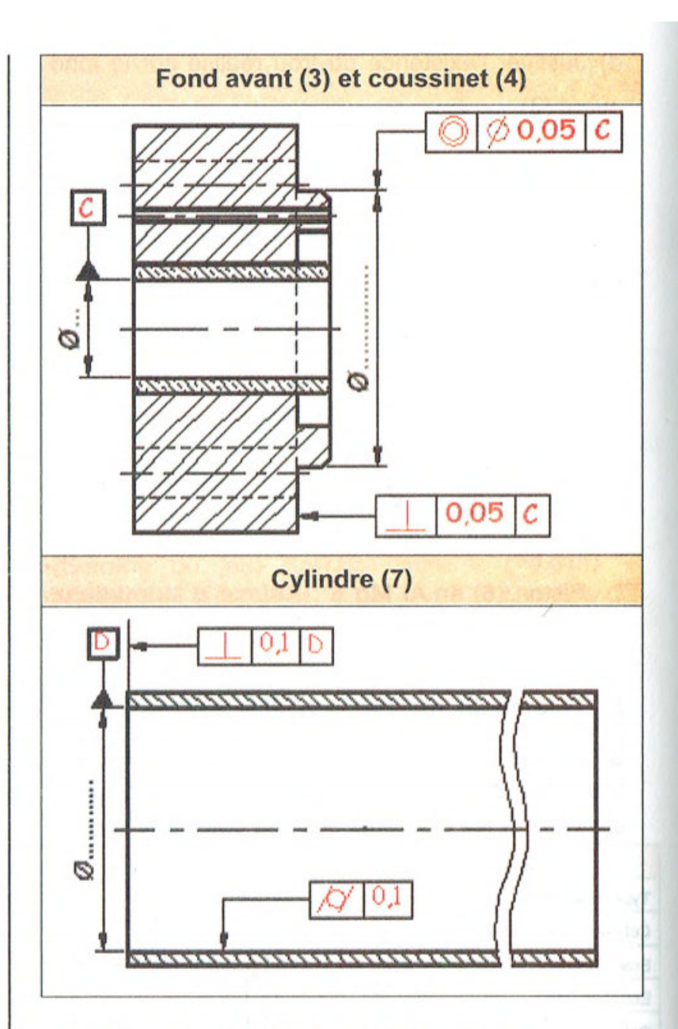
Calcul :

Jeu Maxi = (0,026) – (- 0,033) = 0,059 mm

Jeu mini = (0) – (- 0,020) = 0,020 mm

6. Tolérances géométriques.





Problème2 : Main de robot à 2 doigts.

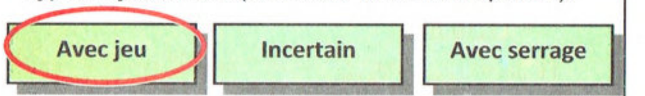
Reprenant Problème2 : Main de robot à 2 doigts.

1. Compléter le tableau suivant de l'ajustement relatif à la crémaillère 24 et au coussinet 25.

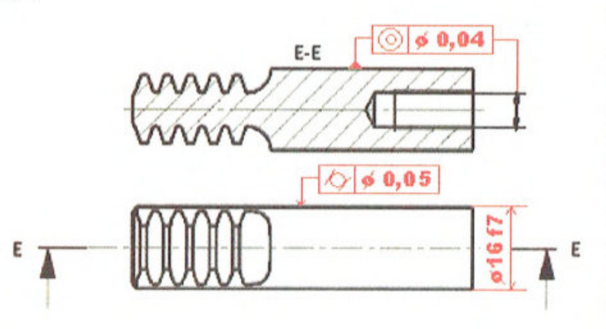
Calcul des ajustements		
Ø 16 H8/f7	Alésage	Arbre
	mm	mm
Cote tolérancée	$16^{+0,027}_{0}$	$16^{-0,016}_{-0,034}$
Intervalle de tolérance	0,027	0,018
Cote MAXI	16,027	15,984
Cote mini	16	15,966
Jeu MAXI	0,061	
Jeu mini	0,016	

C (1 : 1)
17
19
37
Ø16 H8/f7 E
H8
+27
0
Ecarts en micromètre 16
f7
-16
-34

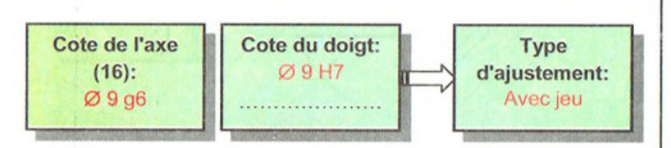
Type d'ajustement (encercler la bonne réponse):



2. Inscrire sur le dessin suivant de la crémaillère 24 :



3. L'ajustement entre le doigt et l'axe (16) est Ø 9 H7/g6, indiquer la cote tolérancée de chaque pièce et le type d'ajustement.

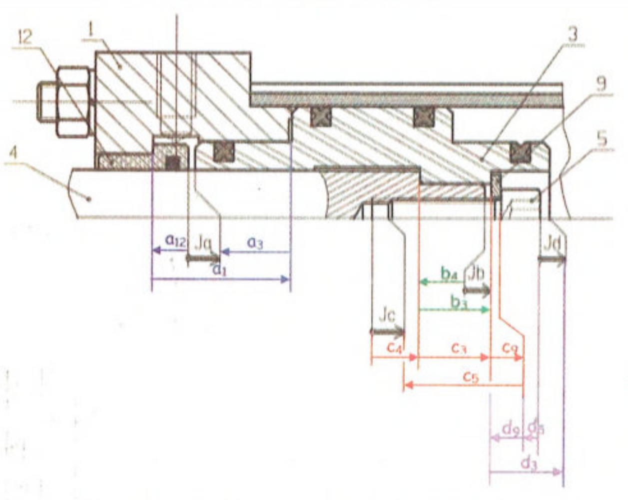


Cote de l'axe (16):	Cote du doigt:	Type d'ajustement:
Ø 9 g6	Ø 9 H7	Avec jeu

Leçon 4 : Cotation fonctionnelle.

Problème 1 : Vérin double effet :

1. Tracé des chaînes de cotes



2. Utilité des conditions fonctionnelles Ja, Jb, Jc, Jd

Ja : Evite la détérioration du coussinet lorsque le piston arrive en fin de course tige sortie.

Jb : Assure l'assemblage correct de la tige 4 avec le piston 3 par l'intermédiaire de la vis 5 et de la rondelle 9.

Jc : Marge de taraudage nécessaire à l'assemblage correct de la tige 4 avec le piston 3.

Jd : Permet de noyer la tête de la vis 5 dans le lamage du piston 3.

❸ Calcul d'une cote

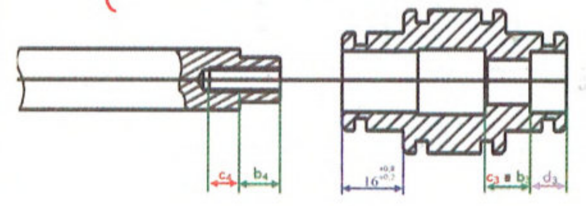
Jeu a : $J_a = a_1 - a_{12} - a_3$ + 1   + 0,5

- En déduire l'expression de Ja mini, et Ja maxi.

⇔ $\begin{cases} J_{a\,max} = a_{1\,max} - a_{12\,min} - a_{3\,min} \\ J_{a\,min} = a_{1\,min} - a_{12\,max} - a_{3\,max} \end{cases}$

- En déduire la valeur de a3 mini et a3 maxi.

⇔ $\begin{cases} J_{a\,max} = a_{1\,max} - a_{12\,min} - a_{3\,min} \\ \quad = 31{,}2 - 12 - 3 = \underline{16{,}2\ mm} \\ J_{a\,min} = a_{1\,min} - a_{12\,max} - a_{3\,max} \\ \quad = 30{,}8 - 12{,}5 - 1{,}5 = \underline{16{,}8\ mm} \end{cases}$



3. Définition partielle de pièces
4. Calcul d'un IT

⇔ $IT\ J_d = IT\ d_5 + IT\ d_9 + IT\ d_3$

⇔ $0{,}4 = IT\ d_3 + 0{,}18 + 0{,}18$

⇔ $\underline{IT\ d_3 = 0{,}04\ mm}$

Problème 2 : Vérin de serrage BOSCH :

Question 1: Justifier la nécessité des cotes conditions Ja, Jb, Jc, Jd.

Ja: Assure la course spécifiée dans le cahier des charges à savoir 10 mm .

Jb: Autorise le montage du chapeau 3 et du circlips 7.

Jc: Assure un guidage suffisant du piston 2 dans le chapeau 3 + coussinet 6, évite l'accumulation d'impuretés entre coussinet et piston en position rentrée.

Jd: Evite la double portance du piston 2 sur le chapeau 3 et évite la détérioration du coussinet 6 par les chocs.

Question 2:

- Tracer la chaîne de cotes liée à J_a
- Ecrire l'équation vectorielle exprimant J_a en fonction de a_1, a_2, a_3, a_7.

$Ja = a_1 - a_7 - a_3 - a_2$

- Ecrire les équations algébriques donnant: Ja_{max} et Ja_{min}

$Ja_{max} = a_{1\,max} - a_{7\,min} - a_{3\,min} - a_{2\,min}$

$Ja_{min} = a_{1\,min} - a_{7\,max} - a_{3\,max} - a_{2\,max}$

- En consultant le Dossier Technique, retrouver les cotes a_2, a_3, a_7 tolérancées:

$ITa_1 = 0,5$; $a_2 = 9^{\pm 0.1}$; $a_3 = 4^{\pm 0.2}$

$a_7 = 2^{\;0}_{-0,06}$; $Ja_{min} = 10$

- Calculer $a_{1\,min}$, $a_{1\,max}$, Ja_{max}, et en déduire l'IT de Ja.

$Ja_{min} = a_{1\,min} - a_{7\,max} - a_{3\,max} - a_{2\,max}$

$\Leftrightarrow \quad a_{1\,min} = Ja_{min} + a_{7\,max} + a_{3\,max} + a_{2\,max}$

$a_{1\,min} = 10 + 9,1 + 4,2 + 2 = $ 25,3 mm

$a_{1\,max} = a_{1\,min} + IT\,a_1$

$\Leftrightarrow \quad 25,3 + 0,5 = $ 25,8 mm

$Ja_{max} = a_{1\,max} - a_{7\,min} - a_{3\,min} - a_{2\,min}$

$\Leftrightarrow \quad Ja_{max} = 25,8 - 8,9 - 3,8 - 1,94 = $ 11,16 mm

$IT\,Ja = J_{a\,max} - J_{a\,min}$

$\Leftrightarrow \quad IT\,Ja = 11,16 - 10 = $ 1,16 mm

$a_{1\,min} = $ 25,3 mm $\qquad a_{1\,max} = $ 25,8 mm

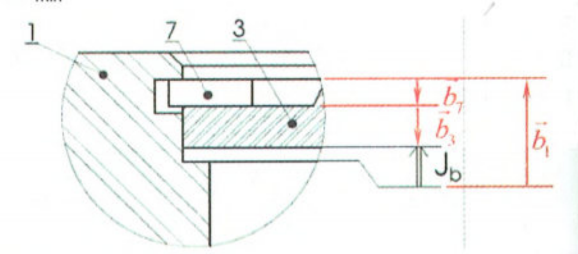
$Ja_{max} = $ 11,16 mm $\qquad IT\,Ja = $ 1,16 mm

Question 3:

- Tracer la chaîne de cotes liée à Jb
- Ecrire l'équation vectorielle exprimant Jb.

$Jb = b_1 - b_7 - b_3$

Ecrire les équations algébriques donnant: Jb_{max} et Jb_{min}



$Jb_{max} = b_{1\,max} - b_{3\,min} - b_{7\,min}$

$Jb_{min} = b_{1\,min} - b_{3\,max} - b_{7\,max}$

- Calculer $b_{1\,min}$, $b_{1\,max}$, Jb_{max}, et en déduire l'IT de Jb.

$Jb_{min} = b_{1\,min} - b_{3\,max} - b_{7\,max}$

$\Leftrightarrow \quad b_{1\,min} = Jb_{min} + b_{3\,max} + b_{7\,max}$

$b_{1\,min} = 0,2 + 4,2 + 2 = $ 6,4 mm

$b_{1\,max} = b_{1\,min} + IT\,b_1$

$\Leftrightarrow 6,4 + 0,4 = $ 6,8 mm

$Jb_{max} = b_{1\,max} - b_{3\,min} - b_{7\,min}$

$\Leftrightarrow Jb_{max} = = 6,8 - 3,8 - 1,94 = $ 1,06 mm

$IT\,Jb = J_{b\,max} - J_{b\,min}$

$\Leftrightarrow IT\,Jb = 1,06 - 0,2 = $ 0,86 mm

$b_{1\,min} = $ 6,4mm $\qquad b_{1\,max} = $ 6,8 mm

$Jb_{max} = $ 1,06 mm $\qquad IT\,Jb = $ 0,86 mm

Question 4:

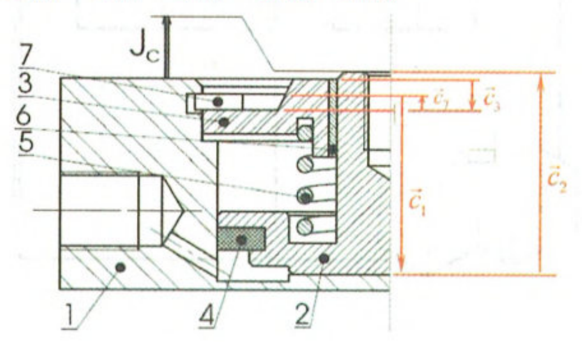
- Tracer la chaîne de cotes liée à Jc
- Ecrire l'équation vectorielle exprimant Jc.

$Jc = c_2 + c_7 - c_3 - c_1$

- Ecrire les équations algébriques donnant: Jc_{max} et Jc_{min}

$Jc_{max} = c_{2\,max} + c_{7\,max} - c_{3\,min} - c_{1\,min}$

$Jc_{min} = c_{2\,min} + c_{7\,min} - c_{3\,max} - c_{1\,max}$



- Calculer $c_{2\,min}$, $c_{2\,max}$, Jc_{max}, et en déduire l'IT de Jc.

$Jc_{min} = c_{2\,min} + c_{7\,min} - c_{3\,max} - c_{1\,max}$

$\Leftrightarrow c_{2\,min} = Jc_{min} + c_{3\,max} + c_{1\,max} - c_{7\,min}$

$c_{2\,min} = 0{,}5 + 5{,}2 + 25{,}8 - 1{,}94 = \underline{29{,}56 \text{ mm}}$

$c_{2\,max} = c_{2\,min} + IT\ c_2$

$\Leftrightarrow 29{,}56 + 0{,}4 = \underline{29{,}96 \text{ mm}}$

$Jc_{max} = c_{2\,max} + c_{7\,max} - c_{3\,min} - c_{1\,min}$

$\Leftrightarrow Jc_{max} = 29{,}96 + 2 - 4{,}8 - 25{,}3 = \underline{1{,}86 \text{ mm}}$

$IT\ Jc = Jc_{max} - Jc_{min}$

$\Leftrightarrow IT\ Jc = 1{,}86 - 0{,}5 = \underline{1{,}36 \text{ mm}}$

$c_{2\,min}$ = 29,56mm

$c_{2\,max}$ = 29,96 mm

Jc_{max} = 1,86 mm

IT Jc = 1,36 mm

Question 5:

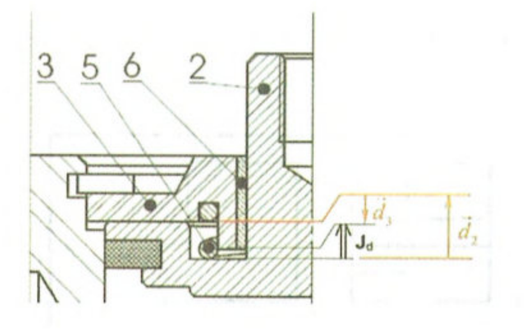
- Tracer la chaîne de cotes liée à Jd
- Ecrire l'équation vectorielle exprimant Jd.

$Jd = d_2 + d_7 - d_3 - d_1$

- Ecrire les équations algébriques donnant: Jd_{max} et Jd_{min}

$Jd_{max} = d_{2\,max} - d_{3\,min}$

$Jd_{min} = d_{2\,min} - d_{3\,max}$



- Calculer $d_{3\,min}$, $d_{3\,max}$, Jd_{max}, et en déduire l'IT de Jd.

$Jd_{min} = d_{2\,min} - d_{3\,max}$

$\Leftrightarrow d_{3\,max} = d_{2\,min} - Jd_{min}$

$d_{3\,max} = 4 - 0{,}5 = \underline{3{,}5 \text{ mm}}$

$d_{3\,min} = d_{3\,max} - IT\ d_3$

$\Leftrightarrow 3{,}5 + 0{,}2 = \underline{3{,}3 \text{ mm}}$

$Jd_{max} = d_{2\,max} - d_{3\,min}$

$\Leftrightarrow Jd_{max} = 4{,}3 - 3{,}3 = \underline{1 \text{ mm}}$

$IT\ Jd = Jd_{max} - Jd_{min}$

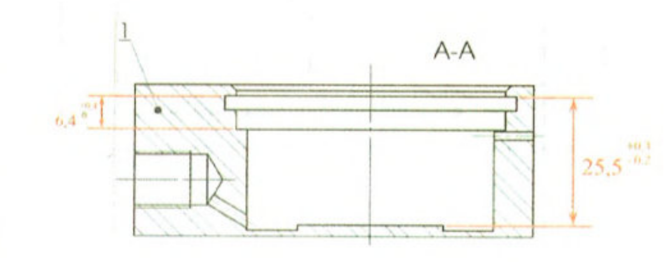
$\Leftrightarrow IT\ Jd = 1 - 0{,}5 = \underline{0{,}5 \text{ mm}}$

$d_{3\,min}$ = 3,3mm $d_{3\,max}$ = 3,5 mm

Jd_{max} = 1 mm IT Jd = 0,5 mm

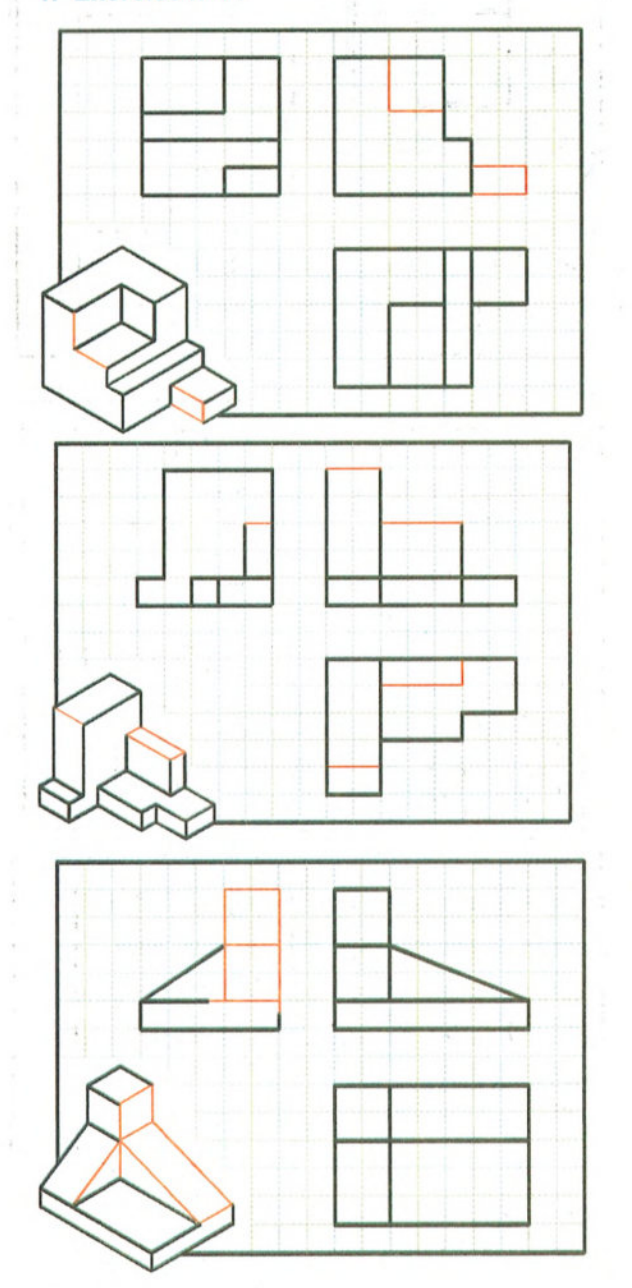
Question 6:

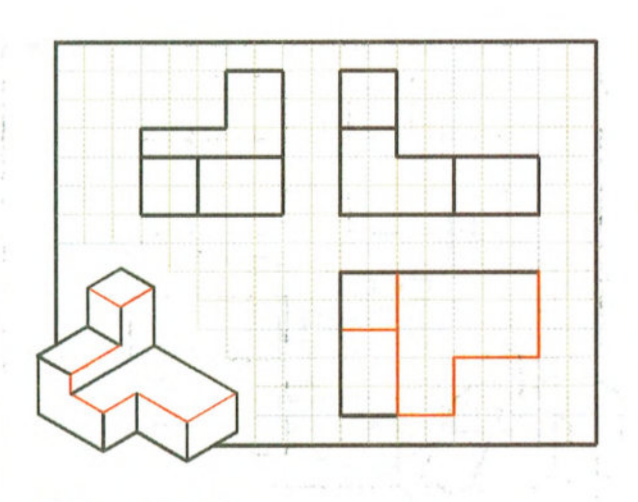
Sachant que la cote nominale de a_1 calculée à la question 2 est de 25,5 mm, et que celle de b_1 calculée à la question 3 est de 6,4 mm. Coter le dessin de forme du corps 1 ci-dessous avec ces deux cotes tolérancées.



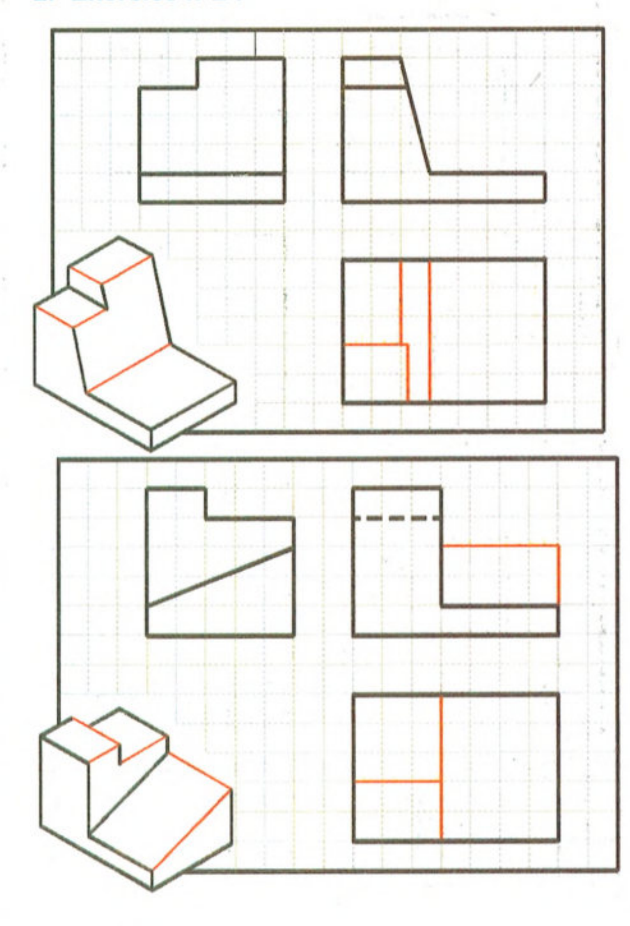
Leçon 5 : Dessin de définition.

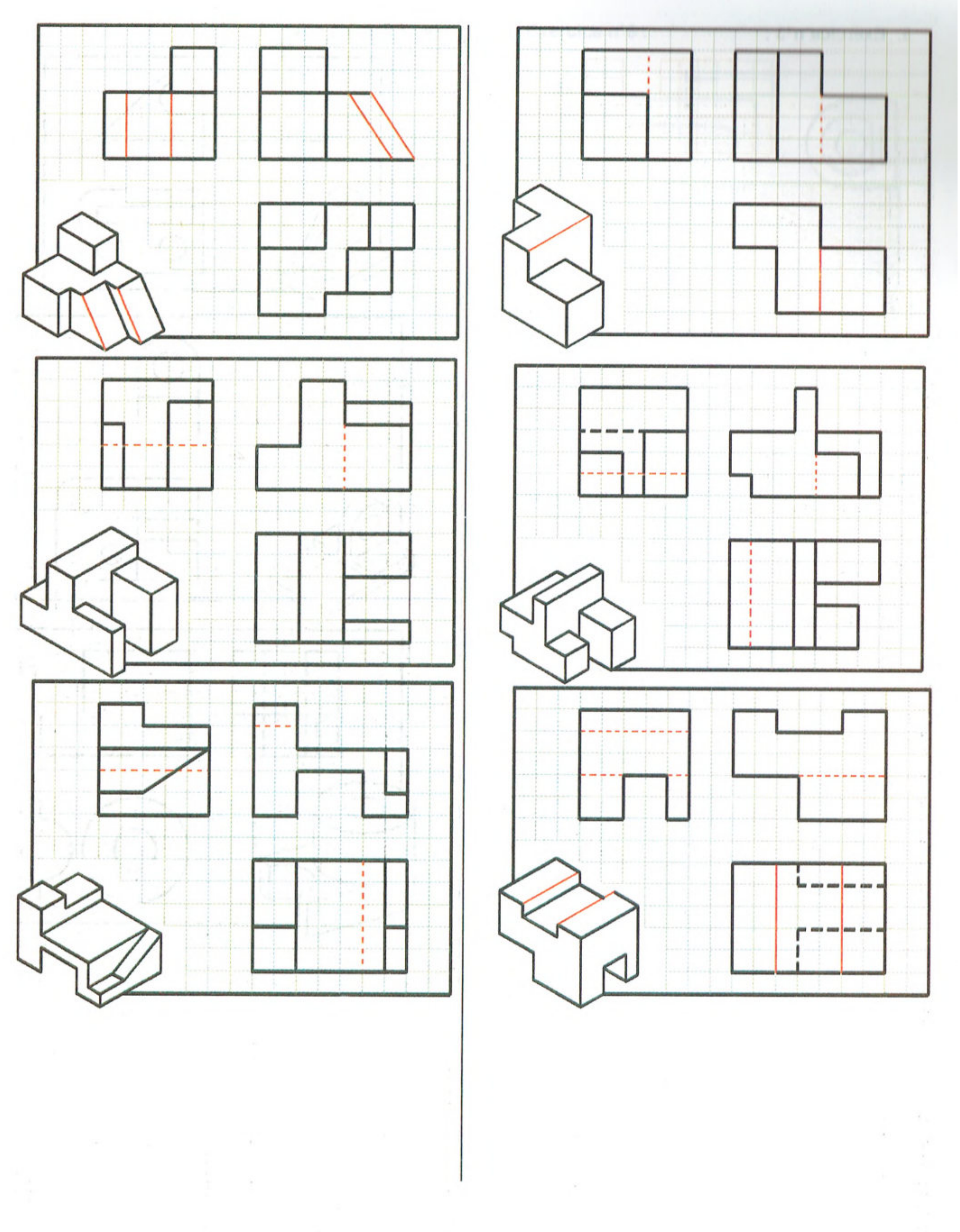
1. Exercice n°1 :





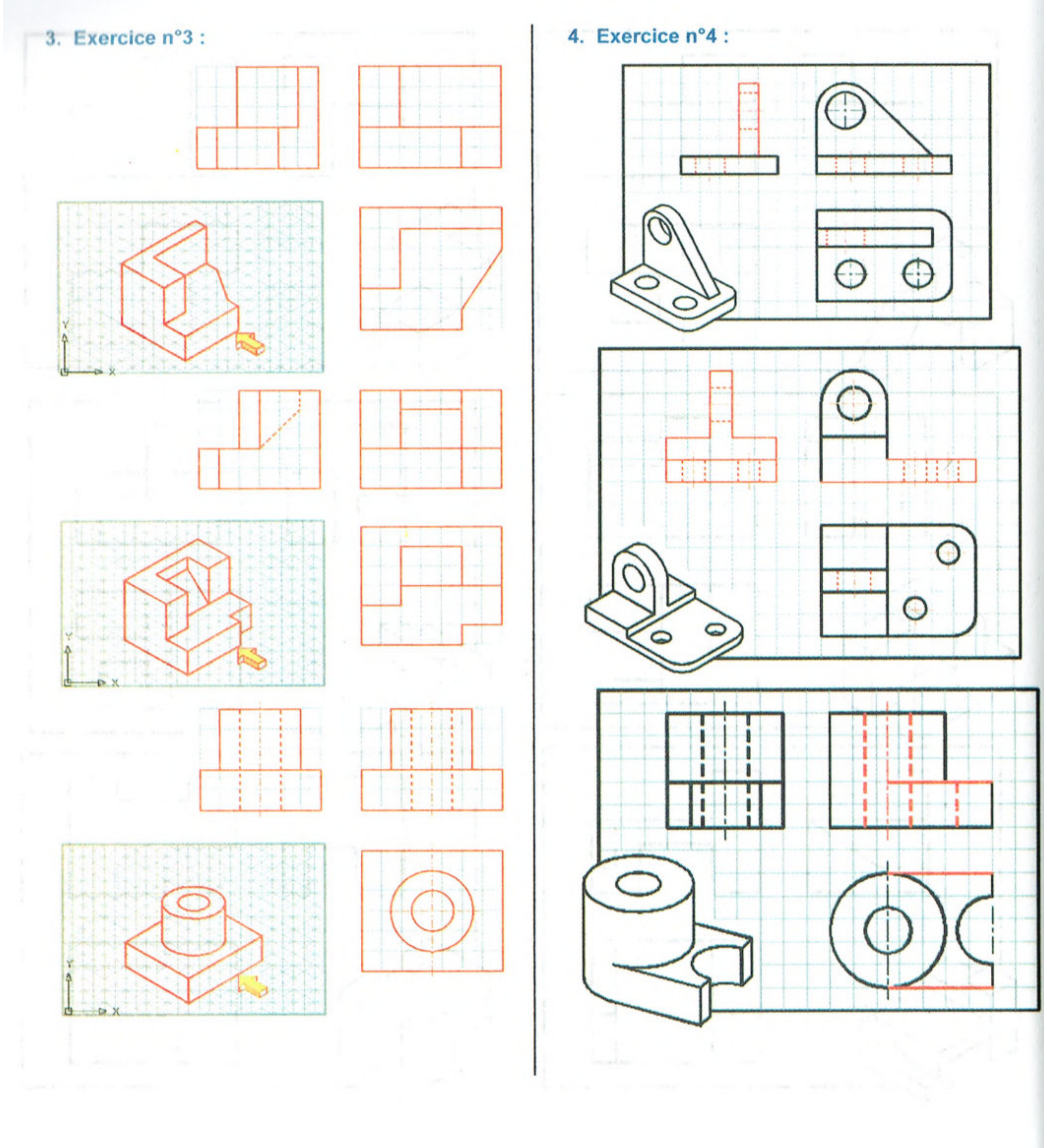
2. Exercice n°2 :





3. Exercice n°3 :

4. Exercice n°4 :



5. Exercice n°5 :

A - A

A

A

6. Exercice n°6 :

A

A

7. Exercice n°7 :

A

A - A

A

8. Exercice n°8 :

9. Exercice n°9 :

10.Exercice n°10 :

6 8

8

12

4

12

20

34

4

45°

4

4

4

8 8

Leçon 6 : Schéma cinématique.

1. Géométrie des contacts

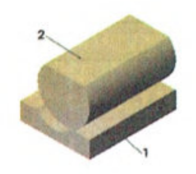
Surfaces en Contact :

Pour la pièce 1

Cylindre

Pour la pièce 2

Cylindre



Géométrie du contact

Cynlindrique

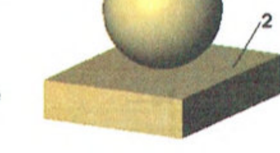
Surfaces en Contact :

Pour la pièce 1



Pour la pièce 2

Plan



Géométrie du contact

Point

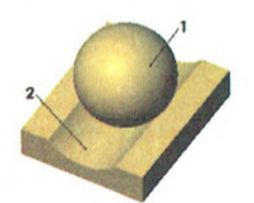
Surfaces en Contact :

Pour la pièce 1



Pour la pièce 2

Cylindre



Géométrie du contact



Surfaces en Contact :

Pour la pièce 1

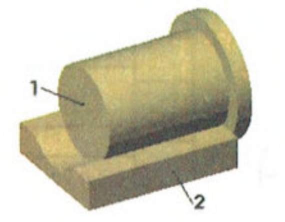
Cylindre

Plan

Pour la pièce 2

Cylindre

Plan

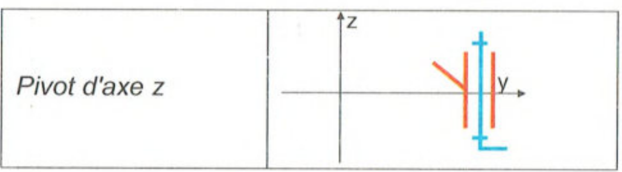


Géométrie du contact

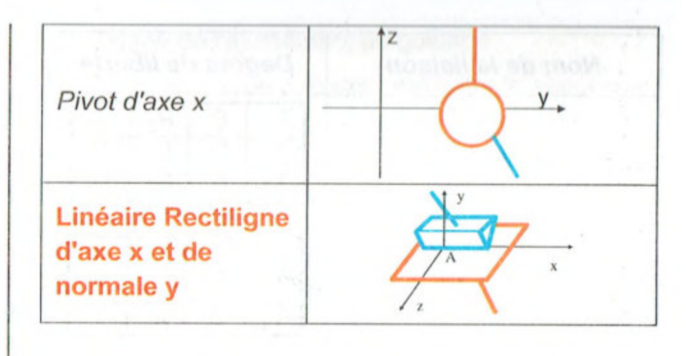
Cylindrique et Plan

2. Schémas associes aux liaisons :

Nom de la liaison	Schéma
Encastrement ou Fixe	y, x
Pivot d'axe x	y, x
Ponctuelle de normale x	y, x
Pivot glissant d'axe x	y, x
Linéaire annulaire d'axe x	y, A, x, z
Appui Plan de normale y	z, y
Glissière d'axe z	x, A, z, y
Rotule	z, y
Linéaire Rectiligne d'axe x et de normale y	y, x
Hélicoïdale d'axe x	y, x



Nom de la liaison	Schéma
Hélicoïdale d'axe y	
Linéaire Rectiligne d'axe y et de normale x	
Ponctuelle de normale z	
Pivot glissant d'axe z	
Linéaire annulaire d'axe x	
Appui Plan de normale y	
Glissière d'axe z	
Linéaire Rectiligne d'axe x et de normale z	
Hélicoïdale d'axe z	



3. Degrés de liberté d'une liaison :

Nom de la liaison	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
Linéaire annulaire d'axe x	1	0	0	1	1	1
Pivot d'axe y	0	0	0	0	1	0
Appui plan de normale y	1	0	1	0	1	0

Nom de la liaison	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
Linéaire Rectiligne d'axe z et de normale y	1	0	0	1	1	1
Glissière d'axe z	0	0	1	0	0	0
Ponctuelle de normale y	1	0	1	1	1	1

Retrouver le nom de la liaison associée au tableau des mobilités.

Nom de la liaison	Degrés de liberté
Pivot d'axe x	T_X 0, R_X 1; T_Y 0, R_Y 0; T_Z 0, R_Z 0
Rotule	T_X 0, R_X 1; T_Y 0, R_Y 1; T_Z 0, R_Z 1
Linéaire Rectiligne d'axe x et de normale y	T_X 1, R_X 1; T_Y 0, R_Y 1; T_Z 1, R_Z 0
Appui Plan de normale x	T_X 0, R_X 1; T_Y 1, R_Y 0; T_Z 1, R_Z 0
Appui Plan de normale z	T_X 1, R_X 0; T_Y 1, R_Y 0; T_Z 0, R_Z 1

Nom de la liaison	Degrés de liberté
Ponctuelle de normale z	T_X 1, R_X 1; T_Y 1, R_Y 1; T_Z 0, R_Z 1
R : T et R combinés. Hélicoïdale d'axe x	T_X 1, R_X 1; T_Y 0, R_Y 0; T_Z 0, R_Z 0
Linéaire annulaire d'axe z	T_X 0, R_X 1; T_Y 0, R_Y 1; T_Z 1, R_Z 1
Pivot glissant d'axe z	T_X 1, R_X 1; T_Y 0, R_Y 0; T_Z 0, R_Z 0
Ponctuelle de normale x	T_X 1, R_X 0; T_Y 0, R_Y 0; T_Z 0, R_Z 0

Leçon 7 : Guidage en translation.

Exercice 1 : Perforatrice :

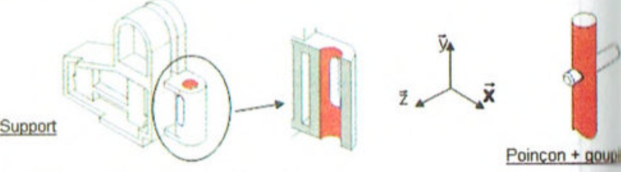
1. Définir le mouvement de l'ensemble en translation (poinçon + goupille) par rapport à l'ensemble fixe (support).

Mouvement de translation rectiligne d'axe $\vec{y}$

2. Etude de la fonction FT1 : positionner radialement

a. Surfaces fonctionnelles

Colorier en rouge sur le support et sur l'ensemble {poinçon + goupille}, la surface qui permet de réaliser la fonction FT1.



b. Géométrie des surfaces

Indiquer le type de surface en contact : Cylindre / cylindre.

c. Définition de la liaison

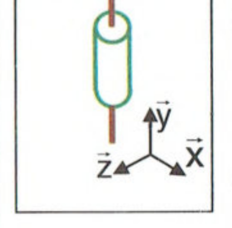
Compléter le tableau des degrés de liberté correspondant (indiquer par un 0 lorsqu'il n'y a pas de mouvement et par un 1 lorsqu'il y a un mouvement).

Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
0	1	0	0	1	0

Indiquer le nom complet de la liaison

Pivot glissant d'axe $\vec{y}$ ....

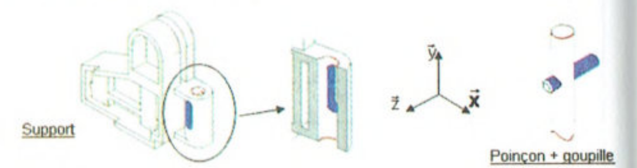
Représenter la liaison en perspective et en respectant les axes



3. Etude de la fonction FT2 : arrêter en rotation

a. Surfaces fonctionnelles

Colorier en bleu sur le support et sur l'ensemble {poinçon + goupille}, la surface qui permet de réaliser la fonction FT2.



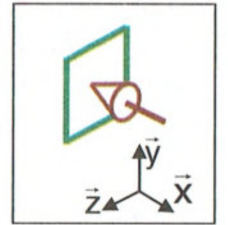
b. Géométrie des surfaces

Indiquer le type de surface en contact : Cylindre / plan.

c. Définition de la liaison

Compléter le tableau des degrés de liberté correspondant

Représenter la liaison en perspective et en respectant les axes



Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
0	1	1	1	1	1

Indiquer le nom complet de la liaison

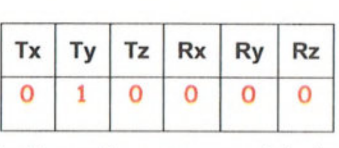
Ponctuelle de normale x………………

4. Définition de la liaison finale entre le support et l'ensemble {poinçon goupille}

A l'aide des questions précédentes :

a. Compléter le tableau des degrés de liberté correspondant

b. Représenter la liaison en perspective et en respectant les axes

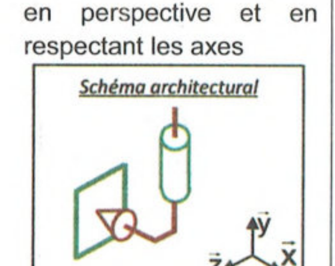


Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
0	1	0	0	0	0

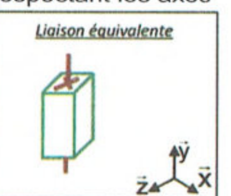
Indiquer le nom complet de la liaison

Ponctuelle de normale x

c. Représenter le schéma de la liaison avec les deux liaisons simples, en perspective et en respectant les axes



d. Représenter le schéma équivalent, en perspective et en respectant les axes



e. Indiquer le nom complet de la liaison

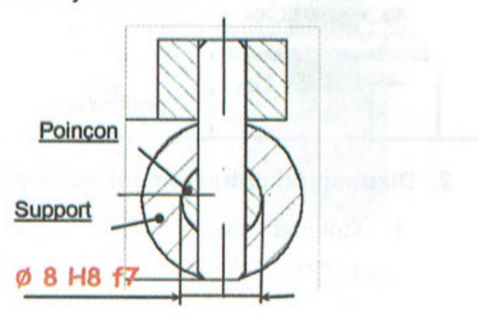
Glissière d'axe $\vec{y}$

5. Etude de l'ajustement du guidage

a. Donner le type d'ajustement entre le support et l'ensemble {poinçon + goupille}.

Ajustement avec jeu (ou glissant)

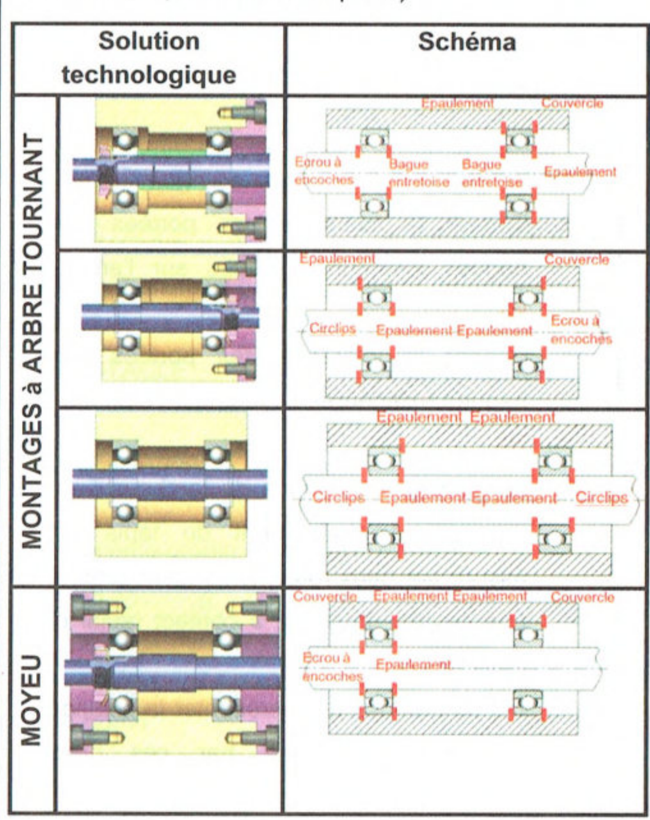
b. Proposer un ajustement.

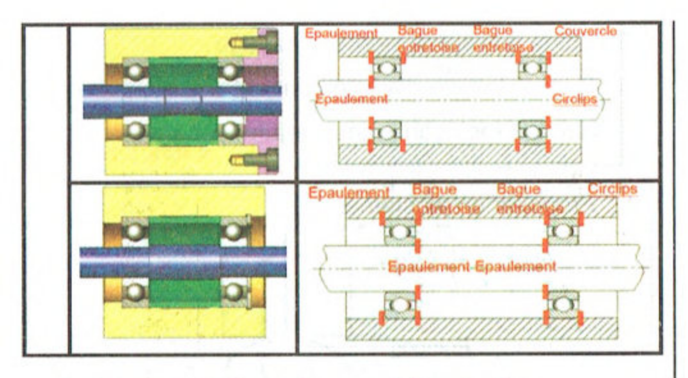


Leçon 8 : Guidage en rotation.

1. Exemples de montage des roulements à billes :

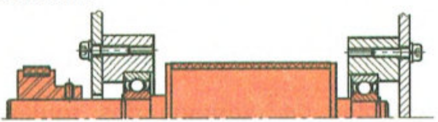
Identifier sur le schéma, la position des arrêts et les moyens utilisés pour les réaliser (épaulement, entretoise, anneau élastique…) :



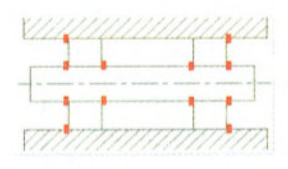


2. Dispositif d'entrainement des tapis :

1. Colorier sur le dessin ci-dessous les pièces animées d'un mouvement de rotation.

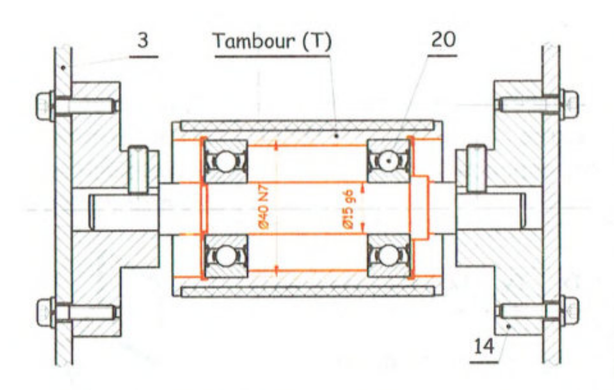


2. Compléter le schéma ci-contre en indiquant l'emplacement des arrêts en translation des bagues intérieures et extérieures

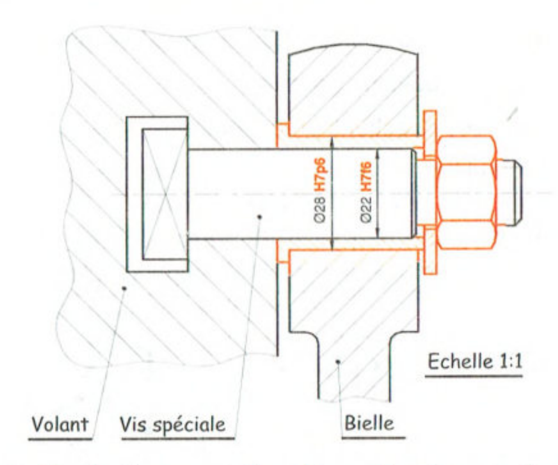


3. Donner la tolérance des portées des bagues intérieures situées sur l'arbre : **k6**
4. Donner la tolérance des portées des bagues extérieures situées sur l'alésage : **H7**
5. Le guidage en rotation du tambour T du dispositif d'entraînement du tapis est assuré par deux roulements identiques, à une rangée de billes, à contact radial et étanche (20).

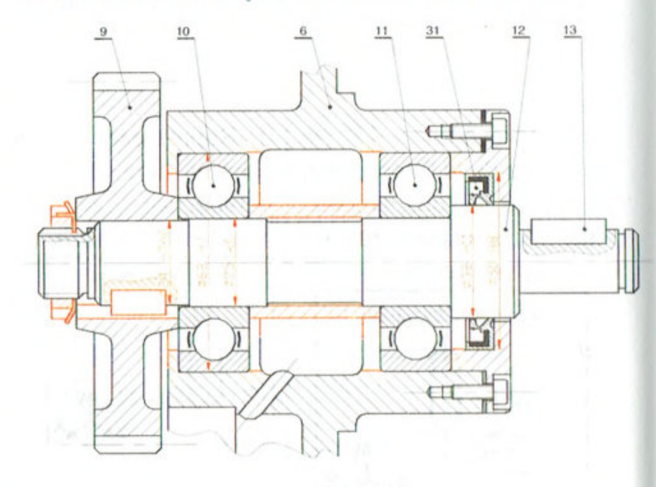
   On se propose de représenter la solution réalisant le guidage par ces deux roulements



3. Manivelle à rayon variable :



4. Etude de conception d'un arbre tournant :



5. Guidage en rotation et étanchéité :

On désire concevoir le guidage en rotation de l'arbre (1) par rapport au carter (38) par deux

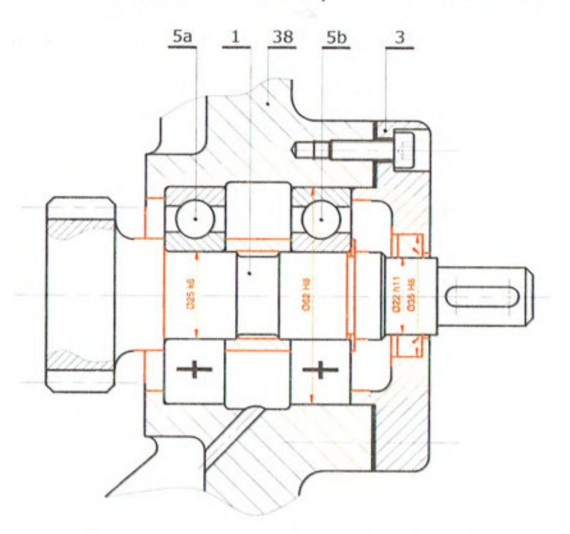
roulements à une rangé de billes identiques ; à contact radial type (BC).

1. Compléter à l'échelle du dessin ci-dessous, le montage des roulements (5a) et (5b).
2. Assurer l'étanchéité du roulement (5b) sur le coté droit.
3. Indiquer la désignation des composants standards à utiliser pour réaliser cette conception.

Joint à lèvre type AS, 25x35x7

Anneau élastique pour arbre, 25x1,2

4. Indiquer les tolérances de montage des roulements et du dispositif d'étanchéité.



Leçon 9 : Poulies et courroies.

1. Tête de compresseur en V

Cette tête de compresseur permet de produire de l'air comprimé

1-Identification des éléments de transmission :

Sur la photo ci-dessus, repérer la poulie motrice n°1, la réceptrice n°2 et la courroie n°3.

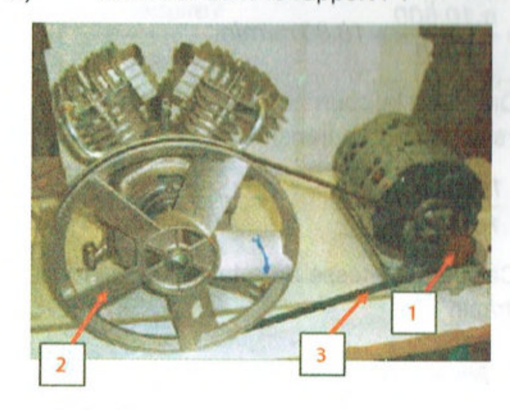
2-Caractéristiques de la transmission :

Poulie 1 Dprimitif = 40 mm

Poulie 2 Dprimitif = 272 mm

Nmoteur= 1500 trs/min

a) Quel est donc le rapport r ?



$$r = \frac{D_1}{D_2} = \frac{40}{272} = \frac{5}{34}$$

b) Quelle est la fréquence de la sortie Nsortie ?

$$N_{sortie} = N_{moteur}.x.r = .1500\frac{5}{34} = 220,59 \ tr/min$$

c) Dans tous les cas une transmission par poulie-courroie est :

REVERSIBLE [X] IRREVERSIBLE [ ]

d) La transmission par courroie plate ou trapézoïdale se fait par :

OBSTACLE [ ] ADHERENCE [X]

e) La transmission par courroie crantée se fait par :

OBSTACLE [X] ADHERENCE [ ]

2. Perceuse

1. Calculer le rapport de transmission du deuxième gradin, $r_2 = (N_2/N_m)$

$$r_2 = \frac{120}{140} = \frac{6}{7}$$

2. Calculer la vitesse de rotation du moteur, N_m en tr/min

$$N_m = \frac{N_2}{r_2} = 600.\frac{7}{6} = 700 \ tr/min$$

3. Calculer la vitesse de coupe du foret, VF en m/min (vitesse linéaire en m/min d'un point situé sur la périphérie du foret)

$$V = \frac{\pi.10.600}{1000} = 18,85\ m/min$$

4. On place la courroie sur le gradin 1. Calculer alors le rapport de transmission r1 = (N_1/N_m)

$$r_1 = \frac{100}{160} = \frac{5}{8}$$

5. Calculer la vitesse de rotation de la broche, N_1 en tr/min

$$N_1 = Nm.r_1 = 700.\frac{5}{8} = 437,5\ tr/min$$

6. Calculer la vitesse de coupe maximale du foret de diamètre 10 mm VF, pour cela :

a) Sur quel gradin faut-il placer la courroie pour obtenir la vitesse de rotation maximale de la broche, Nmaxi ?

Sur le gradin 4

b) Justifiez votre réponse en calculant le rapport de transmission maxi r_{Maxi} = (N_{MAxi}/N_m), puis la vitesse de rotation maxi du foret N_{Maxi} en tr/min

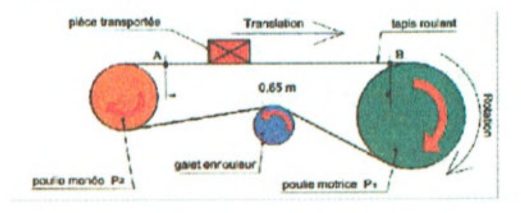
$$r_{Maxi} = r_4 == \frac{160}{100} = \frac{8}{5}$$

$$N_{Maxi} = r_4.N_m = \frac{8}{5}.700 = 1120\ tr/min$$

c) Calculer la vitesse de coupe maximale du foret de diamètre 10 mm, VF en m/min.

$$V = \frac{\pi.10.1120}{1000} = 35,18\ m/min$$

3. Tapis roulant



1. Tracer sur la figure, le sens de rotation des éléments tournants.

2. Calculer la vitesse angulaire **ϖ1** de la roue motrice **P1**.

$$\omega_1 = \frac{2.\pi.1500}{60} = 157,08\ rd/s$$

3. En déduire la vitesse linéaire **v1** de la roue motrice **P1**.

$$V_1 = \omega_1.\frac{D_1}{2} = 157,08.\frac{0,32}{2} = 25,13\ m/s$$

4. Calculer la fréquence de rotation **N3** du galet enrouleur. On donne : **N3 x D3 = N1 x D1**.

$$N_3 = \frac{N_1 . D_1}{D_3} = \frac{1500.0,32}{0,11} = 4363,63\ tr/min$$

5. Calculer la vitesse angulaire **ϖ3** du galet enrouleur.

$$\omega_3 = \frac{2.\pi.4363,63}{60} = 456,96\ rd/s$$

6. Calculer la fréquence de rotation **N2** de la poulie menée **P2**. On donne : **N3 x D3 = N2 x D2.**

$$N_2 = \frac{N_3 . D_3}{D_2} = \frac{4363,63.0,11}{0,2} = 2400\ tr/min$$

7. En déduire la vitesse angulaire **ϖ2** de cette poulie.

$$\omega_2 = \frac{2.\pi.2400}{60} = 251,33\ rd/s$$

8. Calculer la vitesse linéaire **v2** de la poulie **P2**.

$$V_2 = \omega_2.\frac{D_2}{2} = 251,33.\frac{0,2}{2} = 25,13\ m/s$$

9. Comparer les valeurs **v1** et **v2**. En déduire la vitesse de déplacement **v(t)** de la pièce à transporter.

V1= V2⇔V(t) = 25,33 m/s ∀ le point ε à la courroie.

10.En déduire le temps **t** qu'il faut à la pièce pour aller du point **A** au point **B**.

$$t = .\frac{x}{v} = \frac{0,65}{25,13} = 0,026\ s$$

4. Commande d'un volant

1. Calculer la vitesse ϖ_1 de la poulie **1**.

$$\omega_1 = \frac{2.\pi.N_1}{60} = \frac{2.\pi.200}{60} = 20,94\ rd/s$$

2. Calculer la vitesse linéaire V_1 d'un point situé sur le périphérique de la poulie **1**.

$$V_1 = \omega_1.\frac{D_1}{2} = 20,94.\frac{11}{2} = 115,19\,cm/s$$

3. Exprimer la vitesse linéaire V_2 d'un point situé sur la périphérie de la poulie **2**.

$$\left\|\vec{V2}\right\| = \left\|\vec{V1}\right\|$$

4. En déduire la vitesse angulaire **ϖ2** et la fréquence de rotation N_2 de cette poulie.

$$\omega_2 = \frac{V_2}{\frac{D_2}{2}} = \frac{115,19}{\frac{24}{2}} = 9,60\ rd/s$$

$$\Leftrightarrow N_2 = \frac{60.\omega_2}{2.\pi} = \frac{60.9,60}{2.\pi} = 91,67\ tr/min$$

5. Exprimer la fréquence de rotation N_3, ainsi que la vitesse angulaire ϖ_3 de la poulie **3**.

$N_3 = N_2 \Leftrightarrow \varpi_3 = \varpi_2$

6. En déduire la vitesse linéaire V_3 de cette poulie.

$$V_3 = \omega_3.\frac{D_3}{2} = 9,60.\frac{8}{2} = 38,4\ cm/s$$

7. Exprimer la vitesse linéaire V_4 d'un point situé sur le périphérique de la poulie **4**.

$$\left\|\vec{V4}\right\| = \left\|\vec{V3}\right\|$$

8. Calculer la fréquence de rotation N_4 de la poulie **4**, de deux manières :

- en utilisant la relation : $N = \frac{30\,x\,V}{\pi\,x\,R}$

$$N_4 = \frac{30.V_4}{\pi.\frac{D_4}{2}} = \frac{30.38,4}{\pi.\frac{13}{2}} = 56,41\ tr/min$$

- en utilisant la relation : $D_3 \times N_3 = D_4 \times N_4$;

$$N_4 = \frac{D_3}{D_4}.N_3 = \frac{8}{13}.91,67 = 56,41\ tr/min$$

9. Calculer la valeur des rapports : $\frac{D_1\,x\,D_3}{D_2\,x\,D_4};\frac{N_1\,x\,N_3}{N_2\,x\,N_4}$ En faisant une inversion, que peut-on en déduire?

$$\frac{D_1.D_3}{D_2.D_4} = \frac{11.8}{24.13} = \frac{11}{39} = 0,282$$

$$\Leftrightarrow \frac{N_1.N_3}{N_2.N_4} = \frac{200.91,67}{91,67.56,41} = 3,545$$

$$\frac{1}{3,545} = 0,282$$

10. Calculer la fréquence de rotation N_1 nécessaire pour que la fréquence de rotation du volant soit égale à **80 tr/min^{-1}**

$$\frac{N_4}{N_1} = r \Rightarrow N_1 = \frac{N_4}{r} = \frac{80}{0,282} = 283,69\ tr/min$$

Leçon 10 : Roues de friction

1. Cyclomoteur à galet

1. Justifier la présence des stries sur le galet.

Pour améliorer l'adhérence entre le galet et la roue afin de transmettre le mouvement de rotation.

2. Déterminer la vitesse de rotation de la roue sachant que N_{galet}= 2000 tr/mn ; d_{galet}= 50 mm et d_{Roue}= 500 mm.

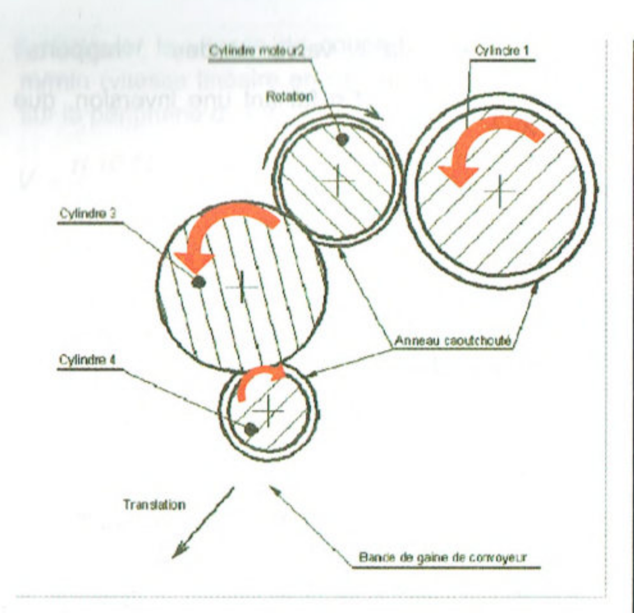
$$N_{Roue} = N_{galet}.\frac{d_{galet}}{d_{Roue}} = 2000.\frac{50}{500} = 200\ tr/min$$ D

éterminer la vitesse linéaire du cyclomoteur.

$$V = \frac{\pi.N_{Roue}}{30}.\frac{d_{Roue}}{2} = \frac{\pi.200}{30}.\frac{500}{2} = 5236\ mm/s$$

2. Bande de gaine de convoyeur

1. Indiquer le sens de rotation de chaque cylindre sur le schéma ci-dessus



2. Sans calcul, déduire la vitesse linéaire du cylindre moteur 2, **V_2 en m/s**

$V_2 = V_A = 0,4$ m/s

3. Calculer la vitesse de rotation angulaire de ce cylindre 2, **ω_2 en rad/s**

$$V_2 = \omega_2 . \frac{D_2}{2} \Rightarrow \omega_2 = \frac{2}{D_2} V_2 = \frac{2}{86} .0,4.10^3 = 9,30 \ rd/s$$

4. Calculer la vitesse de rotation de ce cylindre 2, **N_2 en tr/min**

$$N_2 = \frac{60.\omega_2}{2.\pi} = \frac{60.9,30}{2.\pi} = 88,83 \ tr/min$$

5. Exprimer littéralement puis calculer le rapport de transmission entre les cylindres 2 et 4, **$r_{4/2} = (N_4/N_2)$.**

$$r_{4/2} = \frac{D_2}{D_3} x \frac{D_3}{D_4} = \frac{86}{55}$$

6. Calculer la vitesse de rotation du cylindre 4, **N_4 en tr/min**

$$N_4 = N_2 . r_{4/2} = 88,83 . \frac{86}{55} = 138,90 \ tr/min$$

7. Calculer la vitesse linéaire du cylindre 4, **V_4 en m/s**

$$V_4 = \frac{\pi . N_4}{30} . \frac{D_4}{2} = \frac{\pi . 138,9}{30} . \frac{0,055}{2} = 0,4 \ m/s$$

8. Sans calcul, déduire la vitesse linéaire de la gaine au point B, **V_B en m/s**

$V_B = V_4 = 0,4$ m/s

9. Comparer les vitesses linéaires **V_A** et **V_B**, puis conclure sur la tension de la gaine entre les points **A** et **B**

$V_A = V_B$ donc la tension de la gaine entre les point A et B est nulle

Leçon 11 : Pignons et chaînes.

1. Transmission d'une bicyclette :

1. Combien de vitesse peut-on avoir sur la roue réceptrice : **3 vitesses**

2. D'après le schéma cinématique ci-dessus, a quelle vitesse roule cette bicyclette ? **2ème**

3. Lorsque vous passez à la première vitesse, dans quel sens se tourne le pignon tendeur :

☐	***Sens gauche G***	X	***Sens droit D***

4. Comment est assurée la transmission : **Par pignons et chaîne**

5. On suppose que la vitesse de rotation de la roue du pédalier est constante et de **50 tr/mn**.

6. Calculer chacune des vitesses de rotation de la roue réceptrice, sachant que : **Z_1 = 24** dents ; **Z_2 = 16** dents ; **Z_3 = 12** dents et **Z_m = 48** dents.

$$N_{sortie} = N_{entrée} . \frac{Z_{menantes}}{Z_{menées}}$$

$$N_1 = 50 . \frac{48}{24} = 100 \ tr/min$$

$$N_2 = 50 . \frac{48}{16} = 150 \ tr/min$$

$$N_3 = 50 . \frac{48}{12} = 200 \ tr/min$$

2. Transmission d'une mobylette :

1. Calculer le rapport de transmission **r_1** relatif à la transmission par poulies et courroie :

$$r_1 = \frac{D_1}{D_2} = \frac{50}{150} = \frac{1}{3}$$

2. Calculer la vitesse de rotation du plateau (2) **N_2**

$$N_2 = N_m . r_1 = 1800 . \frac{1}{3} = 600 \ tr/min$$

3. Calculer le rapport de transmission r_2 relatif à la transmission par pignons et chaîne :

$$r_2 = \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$

4. Calculer le rapport global de transmission **rg** entre (1) et (6) :

$$r_g = r_1 . r_2 = \frac{1}{3} . \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$$

5. Calculer la vitesse de rotation de la roue dentée (4) $\mathbf{N_4}$ par deux méthodes :

1ère méthode :

$$N_4 = N_m . r_g = 1800 . \frac{1}{6} = 300 \text{ tr/min}$$

2ème méthode :

$$N_4 = N_2 . r_2 = 600 . \frac{1}{2} = 300 \text{ tr/min}$$

6. Déduire la vitesse de rotation de la roue arrière (6) $\mathbf{N_6}$

$$N_6 = N_4 = 300 \text{ tr/min}$$

7. Calculer la vitesse de translation au point A de la mobylette $\mathbf{V_{TA}}$ **en (m/s)** puis en **(Km/h)**

$$V_{TA} = \frac{2\pi . N_6}{60} . \frac{D_6}{2} = \frac{\pi . 300}{60} . 0{,}8 = 12{,}57 \text{ m/s}$$

$$V_{TA} = 12{,}57 . 10^{-3} . 60^2 = 45{,}24 \text{ Km/h}$$

8. Calculer le couple exercé par le moteur de la mobylette. **Cm**

$$C_m = \frac{P_m}{\omega_m} = \frac{30 . P_m}{\pi . N_m} = \frac{30 . 2000}{\pi . 1800} = 10{,}61 \text{ N.m}$$ C

alculer la puissance sur le plateau (2). $\mathbf{P_2}$

$$P_2 = \eta_1 . P_m = 0{,}92 . 2000 = 1840 \text{ W}$$

9. Calculer le couple exercé sur le plateau (2) $\mathbf{C_2}$ puis déduire la valeur du couple exercé sur le pignon (3).

$$C_2 = \frac{30 . P_2}{\pi . N_2} = \frac{30 . 1840}{\pi . 600} = 29{,}28 \text{ N.m}$$

$$C_3 = C_2 = 29{,}28 \text{ N.m}$$

10. Calculer la différence des tensions de pose de la courroie (7) sur le plateau (2).

$$C_m = \left(\|\vec{T}_7\| - \|\vec{t}_7\|\right) . \frac{D_1}{2}$$

$$\Leftrightarrow \left(\|\vec{T}_7\| - \|\vec{t}_7\|\right) = \frac{2 . C_m}{D_1} = \frac{2 . 10{,}61.10^3}{50}$$

$$= 424{,}4 \text{ N}$$

11. Calculer le rendement global **ηg** de cette transmission.

$$\eta_g = \eta_1 . \eta_2 = 0{,}92 . 0{,}95 = 0{,}874$$

12. Calculer la puissance sur la roue dentée (4). $\mathbf{P_4}$

$$P_4 = \eta_g . P_m = 0{,}874 . 2000 = 1748 \text{ W}$$

13. Calculer le couple exercé sur la roue dentée (4). $\mathbf{C_4}$

$$C_4 = \frac{30 . P_4}{\pi . N_4} = \frac{30 . 1748}{\pi . 300} = 55{,}64 \text{ N.m}$$

Leçon 12 : Statique graphique.

1. Abri de train

Réponses :

1-

Force Extérieure	Point Application	Direction	Sens	Intensité
$\vec{C}_{0/2}$	C	AC	Haut	?
$\vec{A}_{1/2}$	A	AC	Bas	?

P.F.S : Solide en équilibre soumis à l'action de 2 forces

$$\Sigma\vec{F}_{extérieures} = \vec{0} \Rightarrow \vec{C}_{0/2} + \vec{A}_{1/2} = \vec{0}$$

2-

Force Exterieure	Point Application	Direction	Sens	Intensité
$\vec{P}$	G	Verticale	Bas	2000 N
$\vec{A}_{2/1}$	A	AC	Haut	?
$\vec{B}_{0/1}$	B	?	?	?

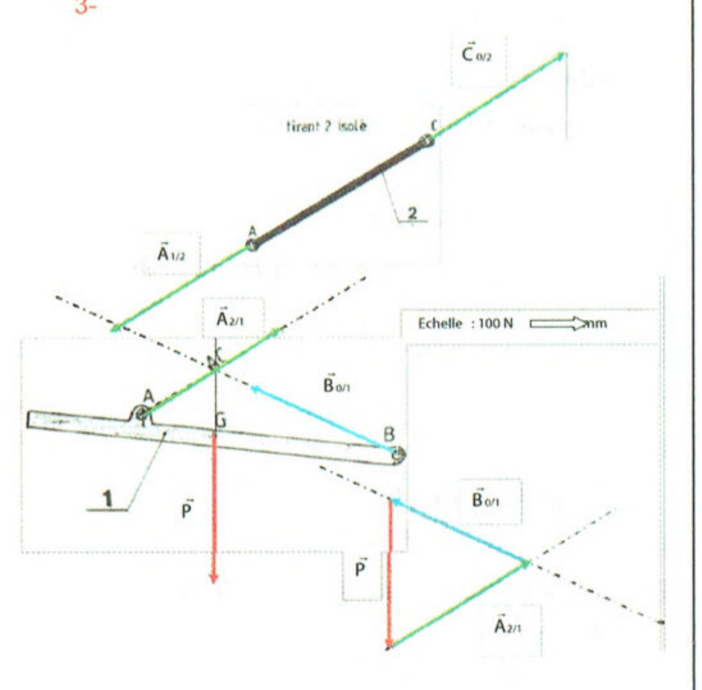
P.F.S : Solide en équilibre soumis à l'action de 3 forces

$$\Sigma\vec{F}_{extérieures} = \vec{0} \Rightarrow \vec{P} + \vec{A}_{2/1} + \vec{B}_{0/1} = \vec{0}$$

$$\Sigma \overrightarrow{M_B \vec{F}_{ext}} = \vec{0} \Rightarrow$$

$$\overrightarrow{M_B\vec{P}} + \overrightarrow{M_B\vec{A}_{2/1}} + \overrightarrow{M_B\vec{B}_{0/1}} = \vec{0}$$

3-



4- $\|\vec{A}_{2/1}\| = 4350\,N$

$\|\vec{B}_{0/1}\| = 4054\,N$

$\|\vec{C}_{0/2}\| = 4350\,N$

5- Le tirant 2 est sollicité à la traction.

6- $\dfrac{4350}{2} = 2125\,N$

3. Elévateur

Réponses :

1-

Force Extérieures	Point Application	Direction	Sens	Intensité
$\vec{F}_{charge}$	A	Verticale	Bas	5000 daN
$\vec{P}_{C-P}$	C	Verticale	Bas	3750 daN
$\vec{B}_{0/1}$	B	Verticale	Haut	8750 daN

P.F.S : Solide en équilibre soumis à l'action de 3 forces//.

$$\Sigma\vec{F}_{extérieures} = \vec{0} \Rightarrow$$

$$\vec{F}_{charge} + \vec{P}_{C-P} + \vec{B}_{0/1} = \vec{0}$$

$$\Sigma \overrightarrow{M_B \vec{F}_{ext}} = \vec{0} \Rightarrow$$

$$\overrightarrow{M_B\vec{F}_{charge}} + \overrightarrow{M_B\vec{P}_{C-P}} + \overrightarrow{M_B\vec{B}_{0/1}} = \vec{0}$$

2- On applique la relation des moments en B.

$$5000 \times 1{,}5 - \left(\|\vec{P}_{C-P}\| \times 2\right) + 0 = 0$$

d'où

$$\|\vec{P}_{C-P}\| = 5000 \times \frac{1{,}5}{2} = 3750\,daN$$

3- $\|\vec{B}_{0/1}\|$ = 3750 + 5000 = 8750 daN

donc sur chaque roue

$$\frac{8750}{2} = 4375\,daN$$

4- $\|\vec{F}_{charge}\|$ si AB=2m

Les deux distances sont identiques donc

$\|\vec{F}_{charge}\|$ = 4000 daN

$\|\vec{F}_{charge}\|$ si AB=2,5m

$$\|\vec{F}_{charge}\| = \frac{4000 \times 2}{2{,}5} = 3200\,daN$$

4. Grue d'atelier

Réponses :

1-

Force Extérieure	Point Application	Direction	Sens	Intensité
$\vec{P}_{Moteur}$	G	Verticale	Bas	200 daN
$\vec{D}_{3/6}$	D	Verticale	Haut	200 daN

P.F.S : Solide en équilibre soumis à l'action de 2 forces

$$\Sigma\vec{F}_{extérieures} = \vec{0} \Rightarrow \vec{P}_{moteur} + \vec{D}_{3/6} = \vec{0}$$

Les deux vecteurs forces ont la même direction, la même norme et des sens opposés.

2-

Force Extérieure	Point Application	Direction	Sens	Intensité
$\vec{B}_{2/4}$	B	BC	?	?
$\vec{C}_{1/5}$	D	BC	?	?

P.F.S : Solide en équilibre soumis à l'action de 2 forces

$$\Sigma\vec{F}_{extérieures} = \vec{0} \Rightarrow \vec{B}_{2/4} + \vec{C}_{1/5} = \vec{0}$$

Les deux vecteurs forces ont la même direction, la même norme et des sens opposés.

3-

Force Exterieure	Point Application	Direction	Sens	Intensité
$\vec{D}_{6/3}$	D	Verticale	Bas	200 daN
$\vec{B}_{4/2}$	B	BC	?	?
$\vec{A}_{1/2}$	A	?	?	?

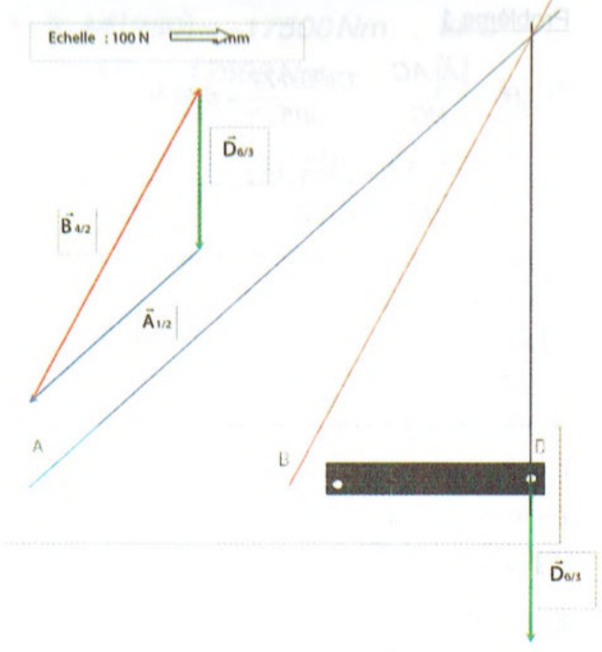
P.F.S : Solide en équilibre soumis à l'action de 3 forces

$$\Sigma\vec{F}_{extérieures} = \vec{0} \Rightarrow \vec{D}_{6/3} + \vec{A}_{1/2} + \vec{B}_{4/2} = \vec{0}$$

$$\Sigma \overrightarrow{M_B\vec{F}_{ext}} = \vec{0} \Rightarrow$$

$$\overrightarrow{M_B\vec{D}_{6/3}} + \overrightarrow{M_B\vec{A}_{1/2}} + \overrightarrow{M_B\vec{B}_{4/2}} = \vec{0}$$

Les supports des forces sont concourants en un même point. Les forces forment un triangle.



$\|\vec{D}_{6/3}\| = 200\ da\,N$; $\|\vec{B}_{4/2}\| = 441\ da\,N$

$\|\vec{A}_{1/2}\| = 280\ daN$

4- $P = \dfrac{\|\vec{B}_{4/2}\|}{\dfrac{\pi d^2}{4}} \Rightarrow d = \sqrt{\dfrac{4\|\vec{B}_{4/2}\|}{\pi\ .\ P}}$

d= 106 mm

Leçon 13 : Flexion plane simple.

Exercice 1

- $|\sigma_A| = \dfrac{|Mf|}{\dfrac{\pi.d^4}{64}}.y_A = \dfrac{11300.10^3}{\dfrac{\pi.100^4}{64}}.25 = 57{,}55\ MPa$

- $|\tau_A| = \dfrac{|T|}{s} = \dfrac{67400}{\dfrac{\pi.100^2}{4}} = 8{,}58\ MPa$

Exercice 2

1) $\|\vec{A}\| = \dfrac{\|\vec{C}\|.CB}{AB} = \dfrac{1200.700}{2000} = 420\,N$

$\|\vec{B}\| = \dfrac{\|\vec{C}\|.AC}{AB} = \dfrac{1200.1300}{2000} = 780\,N$

2) $mf_I = \|\vec{A}\|.AI = 420.1000 = 420\,Nm$

Problème 1

1) $\|\vec{B}\| = \frac{\|\vec{A}\|.AC}{BC} = \frac{1305.177}{385} = 600\,N$

$\|\vec{C}\| = \frac{\|\vec{A}\|.AB}{BC} = \frac{1305.208}{385} = 705\,N$

2) Diagramme des efforts tranchants :

Entre les sections A et C.

$T(x) = -\left(-\|\vec{C}\|\right) = 705N$

Entre les sections A et B.

$T(x) = -\left(-\|\vec{C}\| + \|\vec{A}\|\right) = -600N$

Diagramme des moments tranchants :

Entre les sections A et C.

$Mf(x) = -\left(-\|\vec{C}\|.x\right)$

En C : $Mf(0) = 0$

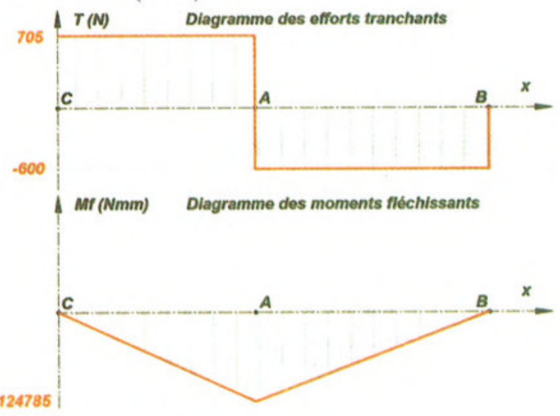
En A : $Mf(177) = 124785\,Nmm$

Entre les sections A et B.

$Mf(x) = -\left(-\|\vec{C}\|.x + \|\vec{A}\|.(x - AC)\right)$

En A : $Mf(177) = 124785\,Nmm$;

En B : $Mf(285) = 0$



3) $\|\vec{T}_{ymax}\| = 600\,N$ en A ;

$\|\vec{Mfz}_{max}\| = 124785Nmm$ en A

4) La poutre est sollicitée à la flexion.

5) $I_{Gz} = \frac{bh^3}{12} = \frac{10.30^3}{12} = 22500\,mm^4$

6) $\sigma_{max} = \frac{6.|Mfmax|}{b.h^2} = \frac{6.124785}{10.30^2} = 83{,}19\,MPa$

7) $\sigma_{max} \leq \frac{R_e}{s}$

$\Rightarrow \quad s \leq \frac{R_e}{\sigma_{max}} = \frac{340}{83{,}19} = 4{,}08$

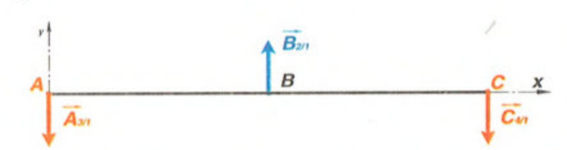
8) $\sigma_{max} = \frac{6.|Mfmax|}{b'.h'^2} = \frac{6.|Mfmax|}{2.h'^3} \leq \frac{R_e}{s}$

$\Rightarrow \sqrt[3]{\frac{6.|Mfmax|.s}{2.R_e}} \leq h' \quad \sqrt[3]{\frac{6.124785.4}{2.100}} \leq h'$

$24{,}65 \leq h'$ et $12{,}33 \leq b'$

Problème 2

1)



Force Extérieure	Point Application	Direction	Sens	Intensité
$\vec{A}_{3/1}$	A	Verticale	Bas	?
$\vec{B}_{2/1}$	B	Verticale	Haut	8000 daN
$\vec{C}_{4/1}$	C	Verticale	Bas	?

2) $\|\vec{A}_{3/1}\| = \|\vec{C}_{4/1}\| = \frac{\|\vec{A}\|}{2} = 4000\,daN$

3) Diagramme des efforts tranchants :

Entre les sections A et B.

$T(x) = -\left(-\|\vec{A}\|\right) = 4000\,daN$

Entre les sections B et C.

$T(x) = -\left(-\|\vec{A}\| + \|\vec{B}\|\right) = -4000\,daN$

4) Diagramme des moments fléchissant :

Entre les sections A et B.

$Mf(x) = -\left(-\|\vec{A}\|.x\right)$

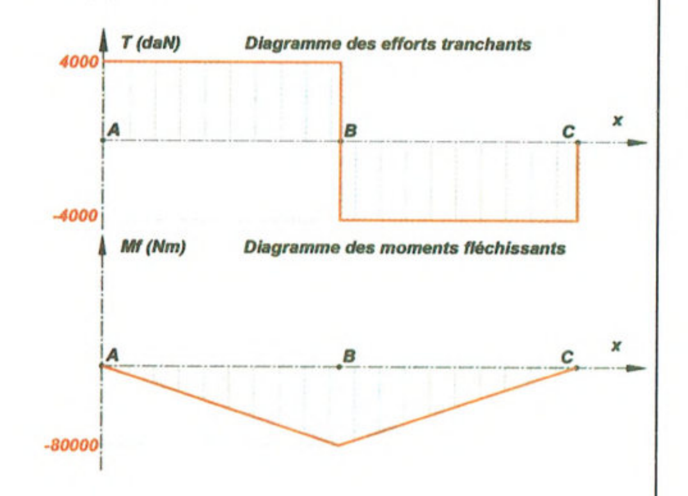
En A : $Mf(0) = 0$

En B : $Mf(2) = 80000\,Nm$

Entre les sections B et C.

$Mf(x) = -\left(-\|\vec{A}\|.x + \|\vec{B}\|.(x - AB)\right)$

En B : $Mf(2) = 80000\,Nm$; En C : $Mf(4) = 0$



5) $$|\sigma_{max}| \leq R_p \Rightarrow \frac{Mf_{max}}{\frac{I_{Gz}}{v}} \leq R_p$$

$$\Rightarrow \frac{I_{GZ}}{v} \geq \frac{|Mf_{max}|}{R_p} = \frac{80000.10^3}{100} = 800\ cm^3$$

⇒Profil 360.

<u>Problème 3</u>

1) $\|\vec{B}\| = \|\vec{C}\| = \left\|\|\vec{P}\|\right\| = 6250\,daN$

2) Diagramme des efforts tranchants :

Entre les sections A et B.

$T(x) = -\left(-\|\vec{P}\|\right) = 6250\,daN$

Entre les sections B et C.

$T(x) = -\left(-\|\vec{P}\| + \|\vec{B}\|\right) = 0\,daN$

Entre les sections C et D.

$T(x) = -\left(-\|\vec{P}\| + \|\vec{B}\| + \|\vec{C}\|\right) = -6250\,daN$

Diagramme des moments fléchissant :

Entre les sections A et B.

$Mf(x) = -\left(\|\vec{P}\|.x\right)$

En A : $Mf(0) = 0$

En B : $Mf(280) = -17500\,Nm$

Entre les sections B et C.

$Mf(x) = -\left(\|\vec{P}\|.x - \|\vec{B}\|.(x - AB)\right)$

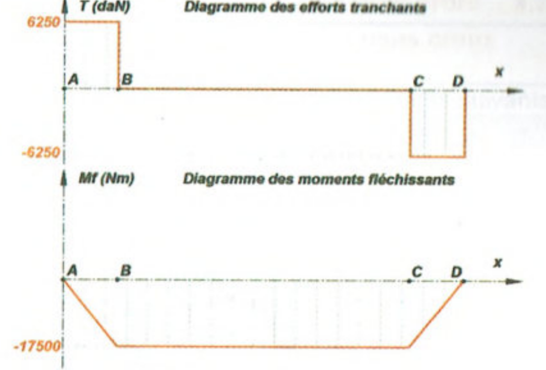
En B : $Mf(280) = -17500\,Nm$; En C : $Mf(1780) = -17500\,Nm$

Entre les sections C et D.

$Mf(x) = -\left(\|\vec{P}\|.x - \|\vec{B}\|.(x - AB) - \|\vec{C}\|(x - AC)\right)$

En C : $Mf(1780) = -17500\,Nm$;

En D : $Mf(2060) = 0$



3) $$|\sigma_{max}| = \frac{32.|Mf_{max}|}{\pi.d^3} = \frac{32.17500.10^3}{\pi.100^3}$$

$= 178{,}25\ MPa$;

$$R_p = \frac{R_e}{s} = \frac{300}{2} = 150\,MPa$$

$\sigma_{max} > R_e \Rightarrow$ la poutre ne résiste pas à la flexion

4) $$|\sigma_{max}| = \frac{32.|Mf_{max}|}{\pi.d^3} \leq \frac{Re}{s}$$

$$\Rightarrow |\sigma_{max}| = \sqrt[3]{\frac{32.|Mf_{max}|.s}{\pi.Re}} \leq d$$

$$\Rightarrow \sqrt[3]{\frac{32.17500.10^3.3}{\pi.300}} \leq d \Leftrightarrow 121{,}25 \leq d$$

5) $$|\sigma_{max}| = \frac{32|Mf_{max}|}{\pi.(D^4 - d^4)} D \leq \frac{R_e}{s}$$

$$\Rightarrow |\sigma_{max}| = \frac{32.|Mf_{max}|}{\pi.D^3(1 - 0.8^4)} \leq \frac{R_e}{s} \Rightarrow \sqrt[3]{\frac{32.|Mf_{max}|.s}{\pi.0{,}5904.R_e}} \leq D$$

$$\sqrt[3]{\frac{32.17500.10^3.3}{\pi.0{,}5904.300}} \leq D \Rightarrow 144{,}53 \leq D$$

$144{,}53.0{,}9 = 115.62 \Rightarrow 115.62 \leq d$

Corrigé de devoirs

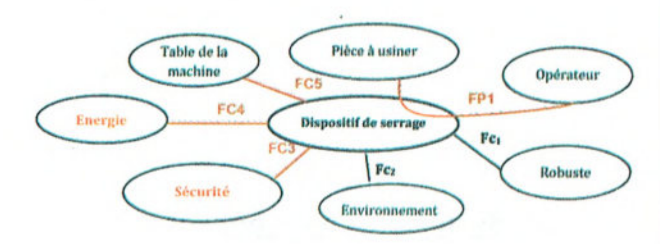
DC1

Dispositif de serrage

Travail demandé :

1- Analyse fonctionnelle externe du système :

1- En se référant au dossier technique, compléter le diagramme d'interaction « pieuvre » correspondant au dispositif de serrage.



2- Formuler les fonctions de service.

Fonction de Service	Formulation
FP1	Fixer une pièce à usiner
FC1	Etre robuste
FC2	Respecter l'environnement
FC3	Respecter les normes de sécurité
FC4	S'adapter à l'énergie disponible
FC5	Se faire fixer sur la table de la machine

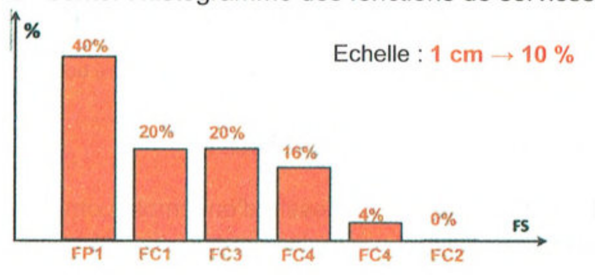
3- Hiérarchiser et valoriser les fonctions de service.

	Fc1	Fc2	Fc3	Fc4	Fc5	POINTS	%
FP	FP 2	FP 2	FP 2	FP 2	FP 2	10	40
	Fc1	Fc1 2	Fc3 2	Fc1 2	Fc1 1	5	20
		Fc2	Fc3 2	Fc41	Fc5 2	0	0
			Fc3	0	Fc3 1	5	20
				Fc4	Fc5 2	1	4
					Fc5	4	16
						25	100

4- Repré

5-

6- senter l'histogramme des fonctions de services



2- Analyse structurelle :

1- Lecture du dessin d'ensemble

a) À partir du dessin d'ensemble du dispositif de serrage compléter la désignation normalisée des pièces suivantes :

Pièce	Désignation
17	Vis à tête cylindrique à six pans creux M…x…
10	Clavette parallèle forme c …x……x…
8	Anneau élastique pour arbre …x…
12	Vis sans tête à six pans creux M…x…

b) Donner la fonction des composants suivants.

Composant	Fonction
La vis **(15)**	Assembler le moteur au boitier (13)
La vis **(12)**	Lier complètement la douille (11) à (7) et (19)
L'anneau élastique **(16)**	Arrêter en translation l'axe (2) / la chape (3)

c) Donner le nom de l'usinage effectué sur:

- le support **(9)** dans lequel est implantée la tête de la vis **(17)** :Lamage
- la vis de manœuvre **(7)** dans laquelle est implantée la pièce **(10)** : Rainure de clavette
- la vis de manœuvre **(7)** dans laquelle est implantée la pièce **(8)** : Gorge

d) Expliquer les désignations normalisées des matériaux suivants.

Cu Sn 9 P : Alliage de cuivre et étain (bronze) ; 9% d'étain et une trace de phosphore

S275 : Acier non allier d'usage général de limite d'élasticité minimale Re mini =275 Mpa

e) La vis de manœuvre **(7)** est en acier fortement allié de **0,08%** de carbone, **18%** de chrome et **9%** de nickel.

Donner la désignation de ce matériau : X 8Cr Ni 18-9

2- Liaisons mécaniques

a) Compléter les classes d'équivalence cinématique du système

A ={9, 18, 3, 13, 14, 15, 17}

B ={ 19, 12, 11,10, 7, 8.}

C ={6}

D ={5}

E ={1, 2, 4, 16}

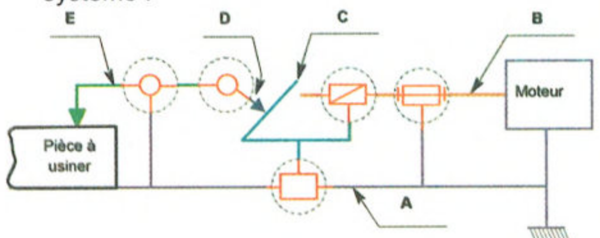
b) Compléter le graphe de liaisons

A – B : Pivot
A – E : Pivot
A – C : Glissière
B – C : Hélicoïdale
E – D : Pivot
C – D : Linéaire rectiligne

c) Compléter le tableau des liaisons suivant :

Classes	Type de la liaison	Symbole	Modèle Cinématique	Modèle Statique
A/B	Pivot		$Mc_{A/B} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ Rx & 0 & 0 \end{Bmatrix}$	$Ms_{A/B} = \begin{Bmatrix} Fx & Fy & Fz \\ 0 & Cy & Cz \end{Bmatrix}$
B/C	Hélicoïdale		$Mc_{B/C} = \begin{Bmatrix} Tx & 0 & 0 \\ Rx & 0 & 0 \end{Bmatrix}$	$Ms_{B/C} = \begin{Bmatrix} Fx & Fy & Fz \\ Cx & Cy & Cz \end{Bmatrix}$
A/C	Glissière		$Mc_{A/C} = \begin{Bmatrix} Tx & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix}$	$Ms_{A/C} = \begin{Bmatrix} 0 & Fy & Fz \\ Cx & Cy & Cz \end{Bmatrix}$
C/D	Linéaire rectiligne			
D/E	Pivot		$Mc_{D/E} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Rz \end{Bmatrix}$	$Ms_{D/E} = \begin{Bmatrix} Fx & Fy & Fz \\ 0 & Cy & 0 \end{Bmatrix}$
A/E	Pivot		$Mc_{A/E} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Rz \end{Bmatrix}$	$Ms_{A/E} = \begin{Bmatrix} Fx & Fy & Fz \\ Cx & Cy & 0 \end{Bmatrix}$

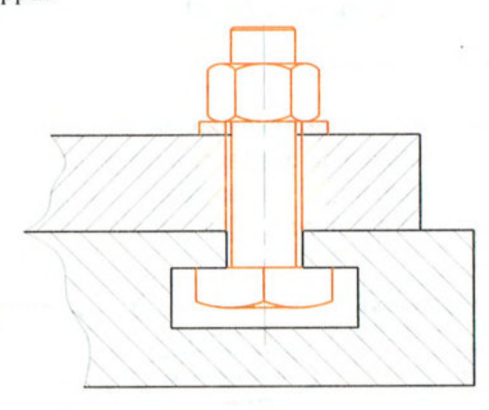
d) Compléter le schéma cinématique du système :



3- Représentation graphique :

On désire représenter la liaison encastrement entre le dispositif de serrage et la table de la fraiseuse, pour cela on utilise :

- Une vis à tête carrée **Q M 12 x 45** dont la tête est placée dans la rainure en « T » de la table.
- Un écrou à tête hexagonale et une rondelle d'appui.



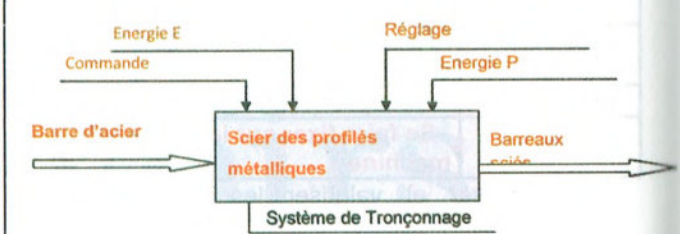
DC2

Système de tronçonnage

Travail demandé :

I. ANALYSE fonctionnelle :

1- Compléter la modélisation du poste de tronçonnage des profilés :



2- Compléter le tableau suivant en indiquant les critères d'appréciations des fonctions de services **Fp** et **Fc1**, relative à l'étau hydraulique

F.S	Expression	Critères d'appréciations	Niveaux - flexibilité
Fp	Permettre à l'utilisateur de fixer un profilé au moment de sciage	Volume : (dimensions et poids)	-Profilé prismatique -Largeur maxi = $50^{\pm 2}$ mm -30 N ±2 N
Fc1	Etre fixé sur la table du poste de tronçonnage	Stabilité par liaison démontable	Quatre boulons

II. Lecture DU DESSIN D'ENSEMBLE :

1- En se référant au dessin d'ensemble compléter le tableau suivant par la désignation des éléments.

Pièce	Désignation
9	Vis Q M 10x35
10	Ecrou hexagonal ISO 4032 M10-08
12	Ressort
14	Joint torique
15	Rondelle plat ISP10673 type S

2- Donner et justifier la forme de la tête de la vis (9)..

Quarré : pour supprimer la rotation de la vis (9) lors de serrage de l'écrou (10)

3- Identifier et nommer la forme sur le piston **(7)** recevant le joint torique **(14)**.

Une gorge

4- Donner la fonction du ressort **(12)**.

Rappeler la tige du vérin à sa position initiale

5- Désignations normalisées des matériaux :

a) La vis **(9)** est en acier fortement allié de **0,06%** de carbone, **17%** de chrome**12%** de nickel et une trace molybdène.
Donner la désignation de ce matériau :

X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12

b) Le cylindre **(8)** est en : **Cu Sn 10 Pb 4** :
Expliquer cette désignation :
Alliage de cuivre et étain (bronze) ;10% d'étain et 4% de plomb

III. ETUDE DES LIAISONS :

1- Compléter les classes d'équivalence cinématique de l'écrou hydraulique.

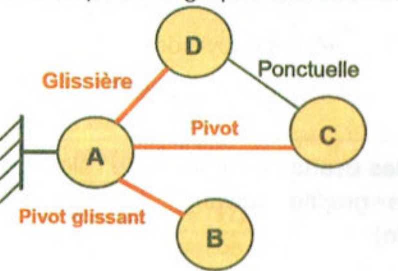
A = {1,**2,6,8,9,10,11, 15**

B = {7,**13,14**

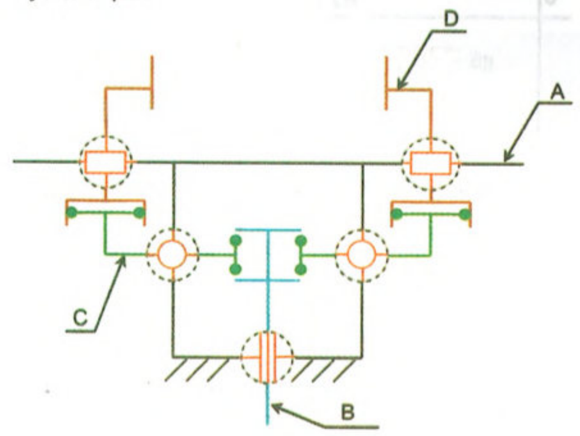
C = {5

D = {3,**4**

2- Compléter le graphe des liaisons



3- Compléter le schéma cinématique de l'écrou hydraulique.



4- Donner les modèles cinématique et statique de la liaison entre **A** et **B**.

$$Mc_{A/B} = \begin{Bmatrix} 0 & Ty & 0 \\ 0 & Ry & 0 \end{Bmatrix}$$

$$Ms_{A/B} = \begin{Bmatrix} Fx & 0 & Fz \\ Cx & 0 & Cz \end{Bmatrix}$$

IV. Les tolérances dimensionnelles et géométriques :

1- L'ajustement entre le piston (7) et le cylindre (8) étant : ∅ 21 H7 / g6

a) Expliquer cette écriture

Ø 21 H7 / g6

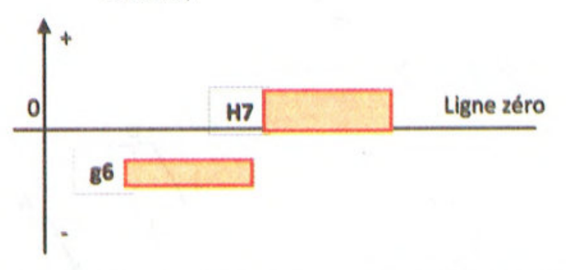
- **Cote nominale** (Ø 21)
- **Position et qualité pouralésage** (H7)
- **Position et qualitépourarbre** (g6)

b) Donner la tolérance de chaque pièce :

Piston (7) :Ø 21 Le cylindre (8) : Ø 21

g6=Ø $21^{-0,007}_{-0,020}$ H7=Ø $21^{+0,021}_{0}$

c) Placer les écarts de l'arbre et de l'alésage sur le graphe suivant (choisir une échelle)



Déduire le type d'ajustement : **Ajustement avec jeu**

Calculer :

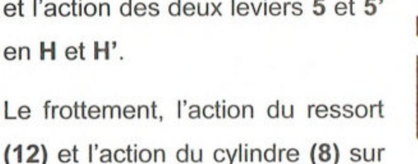
Jeu maxi =**21,021-20,980 = 0,041 mm**

jeu mini **= 21 - 20,993 = 0,007 mm**

2- Proposer un ajustement serré (montage à la presse) entre le cylindre **(8)** et le carter **(1)** : Ø**29 H7p6**

V. Etude statique :

1. Equilibre de l'ensemble S **(7+13)** (phase de serrage) :



On suppose que l'ensemble S=**{7+13}** est soumis uniquement à l'action de l'huile sous pression en **I** est qui vaut « **P=0,32 MPa** » et l'action des deux leviers **5** et **5'** en **H** et **H'**.

Le frottement, l'action du ressort **(12)** et l'action du cylindre **(8)** sur l'ensemble **S** ainsi que le poids des différentes pièces seront négligés.

a) Représenter sur le dessin ci-contre les efforts de contacts appliqués sur le piston **(7)** aux points **H, H'**et**I**.

b) Déterminer analytiquement les efforts $\vec{H}_{5/S}$ et $\vec{H'}_{5/S}$.

Rq : $\|\vec{H}_{5/S}\| = \|\vec{H'}_{5/S}\|$

$$\|\vec{P}\| = p.\pi\left(\frac{D^2 - d^2}{4}\right) = 0{,}32.\pi\left(\frac{50^2 - 10^2}{4}\right)$$

= 603,2 N

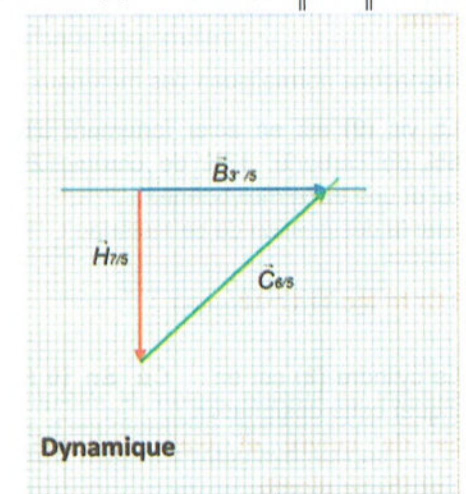
$$\|\vec{H}_{5/S}\| = \|\vec{H'}_{5/S}\| = \frac{\|\vec{P}\|}{2} = 301{,}6\ \text{N}$$

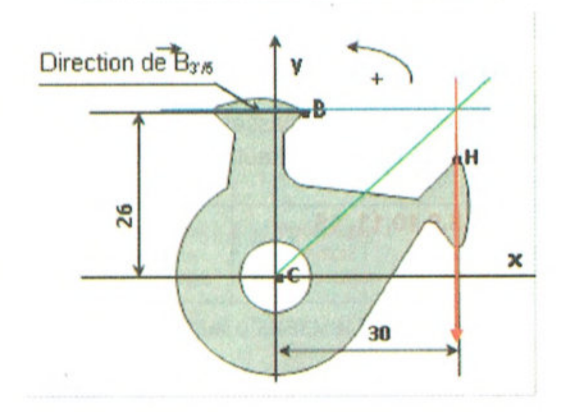
2. Equilibre du levier (5) (phase de serrage) :

Le levier **(5)** occupe la position définie ci-dessous

Le poids de **(5)** et les frottements aux **H**, **B** et **C** sont négligés.

Déterminer graphiquement les efforts appliqués sur le levier **(5)**, sachons que $\|\vec{H}_{7'/5}\| = 300\ N$

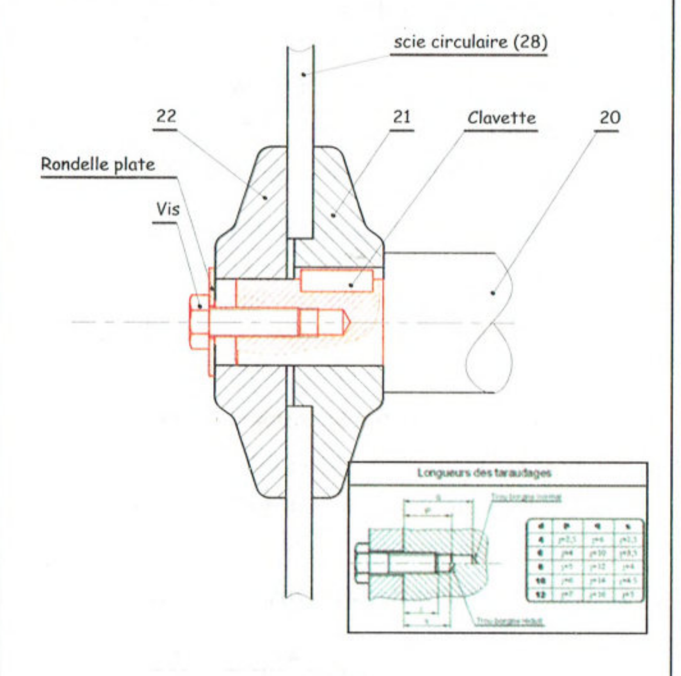




VI. Etude graphique :

Pour établir la liaison complète entre la scie circulaire **(28)** et l'axe **(20)**, nous utilisons une clavette parallèle, forme C de longueur **20**, une rondelle plate et une vis à tête hexagonale **M8 - 25**.

Compléter ci-dessous la représentation de cette solution en choisissant les composants convenables.



DS1

Unité de fabrication de miroirs

Travail demandé :

I. Analyse fonctionnelle globale :

En se référant au dossier technique du système « Unité de fabrication de miroirs » ; donner :

- La fonction globale : **Fabriquer des miroirs**
- La matière d'œuvre entrante : **Vitres**
- La matière d'œuvre sortante : **Miroirs**

II. Etude du dispositif d'entraînement du pulvérisateur :

1- En se référant au dessin d'ensemble du dispositif d'entraînement du pulvérisateur Compéter le tableau suivant.

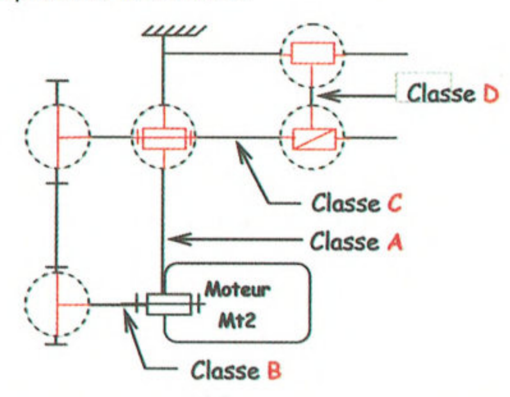
Fonction Technique	Solutions Technologiques
FT 1 : Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique	**Moteur M2**
FT2 :Transmettre le mouvement de rotation du moteur à la vis (17)	Système poulies **(3+9)** -Courroie **(4)**
FT3 : Guider en rotation la vis **(17)**	**Roulements (20)**
FT4 : Guider en translation le coulisseau **(13)**	**Colonnes de guidage (15)**

2- Compléter le tableau des classes d'équivalence cinématique par les repères des pièces suivantes :

1 – **9** – **10** – **11** – **13**– –**14** – **15** –**18** – **21** – **22**

Classe	Composants
A	5,12,**10, 11, 15, 18,**
B	2,3,**1**
C	6,7,8,17,19,**9**
D	16,**13, 14, 21, 22,**

3- Compléter le schéma cinématique ci-contre et préciser les **C.E.C.**



III. Etude de guidage du coulisseau (13) :

Le coulisseau **(13)** est guidé en translation.

1- Quelle est la forme des surfaces de contact pour ce type de guidage ?**Cylindrique**

2- Quelle est la nature de contact entre le coulisseau **(13)** et les deux colonnes **(15)**(direct ou indirect) ? Justifier :

Indirect. Caron a interposé deux coussinets entre le coulisseau et les colonnes

3- Quel est le type de frottement ? **Frottement de glissement**

4- Remarquer l'existence des deux pièces **(14)** entre **(13)** et **(15)**. Donner leur :

Nom	Matériau	Fonction
Coussinet	**Bronze**	**Réduire le frottement**

5- Proposer un ajustement pour chaque assemblage :

Assemblage **(13)/(14)**	**H7 p6**
Assemblage **(14)/(15)**	**H7 f6**

IV. Etude de transmission de mouvement :

La transmission de mouvement de rotation de l'arbre moteur **(01)** à la vis **(17)** est assurée par le système poulies – courroie.

1- Ce type de transmission est par obstacle ou par adhérence ? Justifier

Par obstacle, car la courroie est cranté.

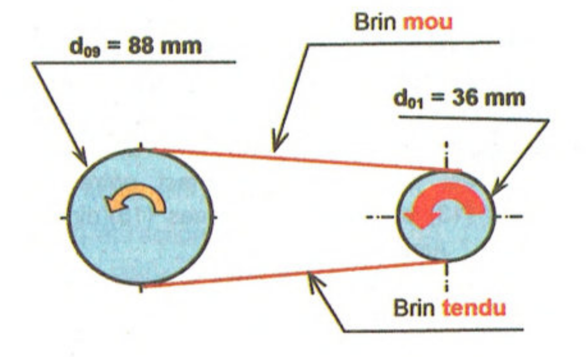
2- Expliquer brièvement le réglage de la tension de la courroie crantée **(04)** :

Le desserrage des boulons (5) nous permet de régler la position du moteur ainsi on règle l'entraxe des deux poulies c à d la tension de la courroie.

3- Sachant que la vitesse de rotation du moteur **Nm = 1000 tr/mn** et le diamètre de la poulie motrice **d01 = 36 mm** et le diamètre de la poulie réceptrice **d09= 88 mm.**

a) Compléter la figure ci-contre en indiquant :
- le sens de rotation de la poulie **(01)**
- le brin mou

le brin tendu



b) Calculer le rapport de cette transmission **(r)**

$$r = \frac{d_{01}}{d_{09}} = \frac{36}{88} = \frac{9}{22}$$

c) Déduire la vitesse de rotation de la vis **(17) (N17)** en **[tr/mn]**

$$N_{17} = N_{09} = N_m.r = 1000.\frac{9}{22} = 409 \ \ tr/mn$$

d) Calculer la vitesse linéaire de la courroie**(04) (V04)** en **[m/s]**

e)

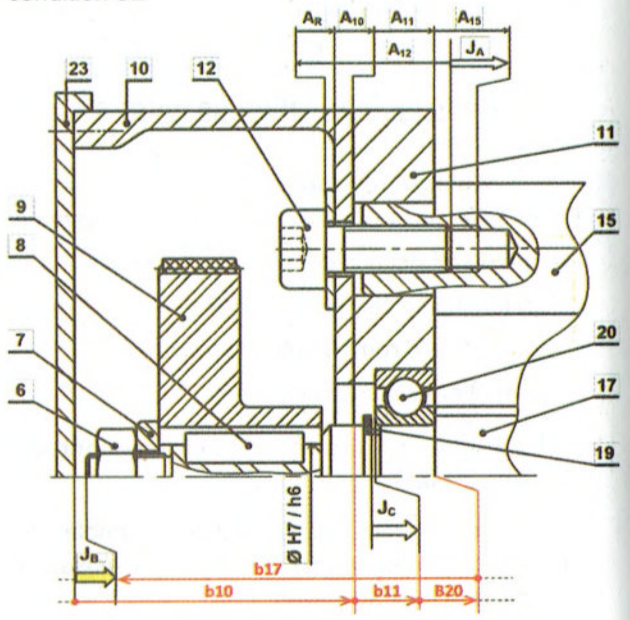
$$V04 = \frac{2.\pi.N_m}{60}.\frac{d_{01}}{2} = \frac{2.\pi.1000}{60}.\frac{36}{2}$$
$$= 1884 \ \ mm/s \ = 1{,}884 \ \ m/s$$

V. Etude de guidage de la vis d'entraînement (17) :

1- Justifier la présence des conditions :

- JA : **Réserve de taraudage pour assurer le serrage**
- JB : **Jeu pour éviter le frottement entre (23) fixe et (17) en rotation**
- JC : **Jeu condition de montage de l'anneau élastique (19)**

2- Tracer la chaîne de côtes relative à la côte condition **JB**



3- Selon la chaîne de côtes de **JA**, calculer l'épaisseur de la rondelle **(R)**.
sachant que :

$5,5 \leq JA \leq 6,5$; $A_{12} = 28^{\pm 0,05}$; $A_{10} = 4^{\pm 0,15}$; $A_{11} = 18^{\pm 0,12}$ et $A_{15} = 10^{\pm 0,15}$.

$JA_{Maxi} = A_{RMaxi} + A_{10Maxi} + A_{11Maxi} + A_{15Maxi} - A_{12mini}$

$A_{RMaxi} = JA_{Maxi} + A_{12mini} - A_{10Maxi} - A_{11Maxi} - A_{15Maxi}$

$A_{RMaxi} = 6,5 + 27,95 - 4,15 - 18,12 - 10,15 = 2,03$

$A_{Rmini} = JA_{mini} + A_{12Maxi} - A_{10mini} - A_{11mini} - A_{15mini}$

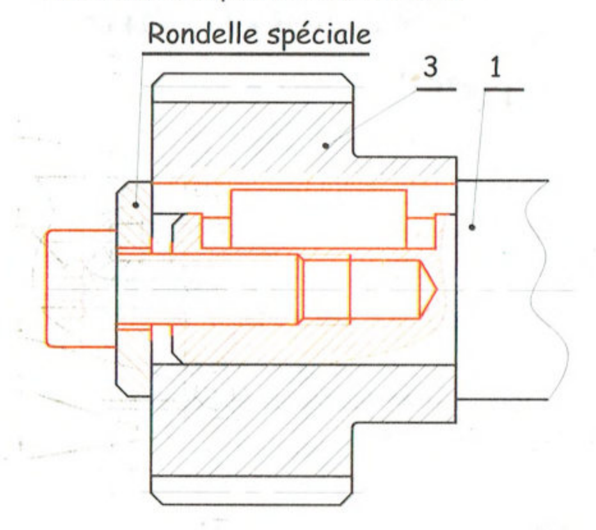
$A_{Rmini} = 5,5 + 28,05 - 3,85 - 17,88 - 9,85 = 1,97$

$A_R = 2^{\pm 0,03}$

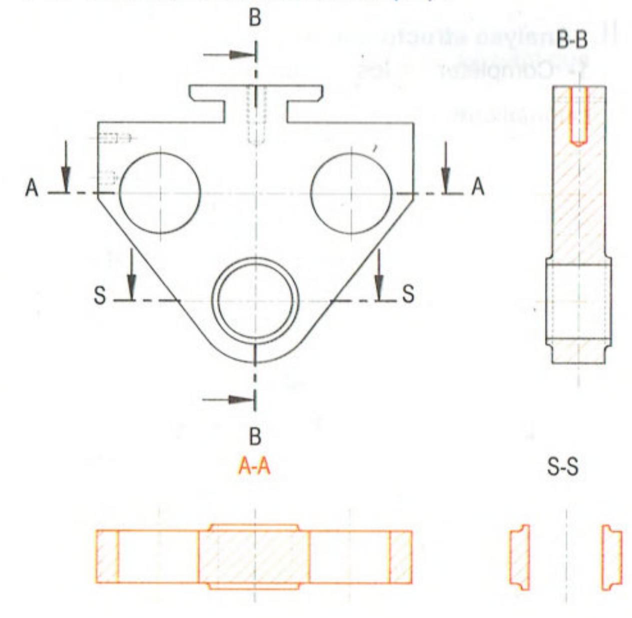
VI. Étude de la liaison de la poulie motrice (3) :

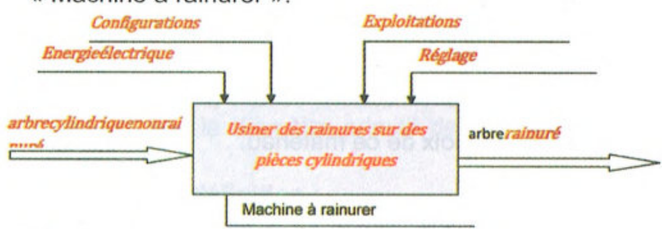
La liaison encastrement de la poulie motrice **(3)** avec l'arbre moteur **(1)** est assurée par une goupille élastique

On désire améliorer cette solution en remplaçant la goupille élastique par une clavette parallèle de forme A dont la longueur est de **15 mm** et une vis à tête cylindrique **M6-16** et une rondelle spéciale.
Compléter sur le dessin ci-contre à **l'échelle 2:1** la représentation de cette nouvelle solution en utilisant les composants convenables.



VII. Définition du coulisseau (13) :





DC3

Unité de fabrication de miroirs

Travail demandé :

I. Analyse fonctionnelle globale :

1- Compléter L'actigramme A-O du système : « Machine à rainurer ».

Configurations — *Exploitations* — *Energieélectrique* — *Réglage*

arbrecylindriquenonrainuré → [*Usiner des rainures sur des pièces cylindriques*] → arbre*rainuré*

Machine à rainurer

2- Compléter le tableau suivant en indiquant les processeurs, ou les fonctions associées.

FONCTION	PROCESSEURS
Serrer la pièce à usiner	Mandrin
Entraîner la fraise d'un mouvement de coupe	*Moteur Mt1*
Déplacer verticalement la tête	Vérin **C1**
Entrainer la table d'un mouvement de translation	Moteur **Mt2**
Tourner la pièce d' 1/4 de tour	*Plateau diviseur*
Verrouillage (blocage) du plateau…	Vérin **C2** + Verrou

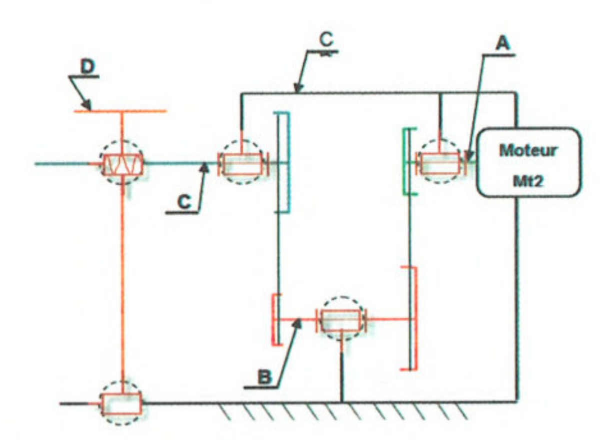
II. Analyse structurelle :

1- Compléter les classes d'équivalence cinématique

A= {.......................................

B ={.......................................

2- Compléter le schéma cinématique du dispositif d'entraînement de la table.



III. Lecture du dessin d'ensemble :

1- L'écrou **(21)** étant en « **Cu Sn 8 P** », expliquer cette désignation.

Alliage de cuivre avec 8% d'étain et quelques traces de Phosphore.

Justifier le choix de ce matériau.

Subir l'usure

2- Le banc **(25)** étant en **« Al Cu 4 Mg Ti »**, expliquer cette désignation.

Alliage d'aluminium de 4% de cuivre quelques traces de Magnésium et quelques traces de Titane.

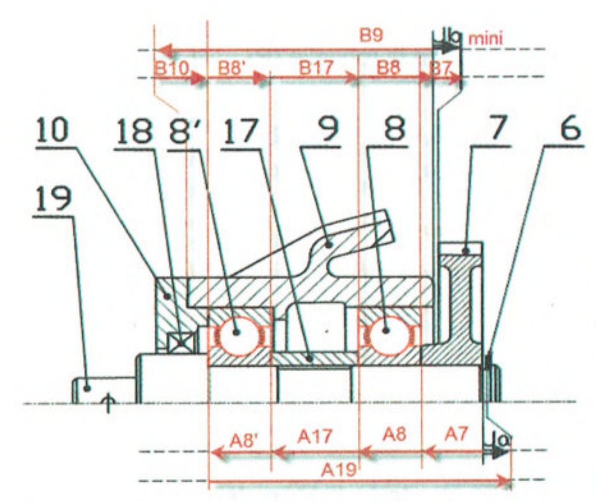
IV. Cotation fonctionnelle :

1- Justifier l'existence des conditions :

- Ja: *jeu de montage de l'anneau élastique (6).*

- Jb :*un jeu fonctionnel pour permettre la mobilité entre (9) et (7).*

2- Tracer les chaînes de cotes relatives aux conditions Ja et Jb.



3- Calculer la cote fonctionnelle a19 relative à la condition Ja sachant que :

$0.5 \leq Ja \leq 1.5$, $a_7 = 30^{\pm 0.1}$, $a_8 = a_{8'} = 24^{\pm 0.05}$, $a_{17} = 46^{\pm 0.2}$, $a_6 = 3^{\pm 0.05}$

$$J_{aMaxi} = A_{19\,Maxi} - A_{7mini} - A_{8mini} - A_{17mini} - A_{8'mini}$$

$$J_{a\,mini} = A_{19\,mini} - A_{7Maxi} - A_{8Maxi} - A_{17Maxi} - A_{8'Maxi}$$

$$A_{19\,Maxi} = J_{aMaxi} + A_{7mini} + A_{8mini} + A_{17mini} + A_{8'mini}$$

$$A_{19\,Maxi} = 1.5 + 29.9 + 23.95 + 45.8 + 23.95 = 125.1mm$$

$$A_{19\,mini} = J_{a\,mini} + A_{7Maxi} + A_{8Maxi} + A_{17Maxi} + A_{8'Maxi}$$

$$A_{19\,mini} = 0.5 + 30.1 + 24.05 + 46.2 + 24.05 = 124.9$$

$$A_{19} = 125^{\mp 0.1}$$

V. Guidage en translation :

La table **(20)** est guidée en translation sur le banc **(25).**

1- Identifier la forme des surfaces de guidage : plane

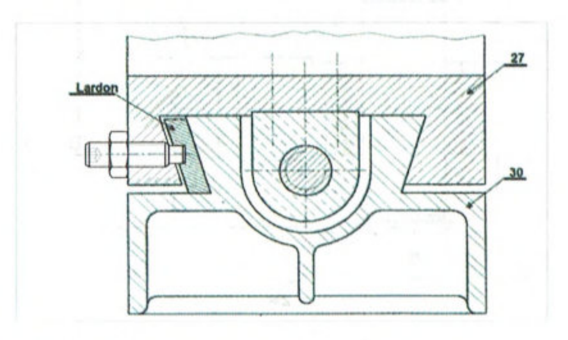
2- Qu'appelle –t-on les pièces suivantes dans un guidage en translation ?

Pièce **(20)** : Glissière

Pièce **(25)** : Coulisseau

3- En vue d'améliorer le guidage en translation de **(20)** sur **(25)** on a intercalé une cale de réglage du jeu appelée (Lardon).

Compléter ci-dessous la solution proposée en utilisant : Une vis sans tête à six pans creux à téton long **M8-30** et un écrou hexagonal **M8**.



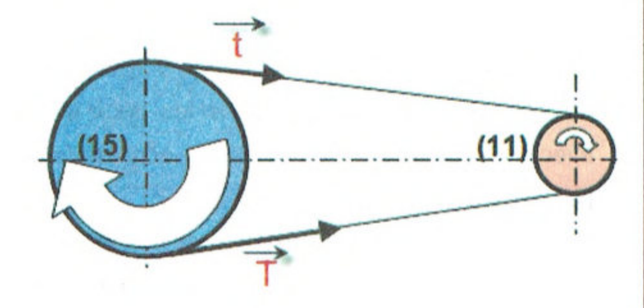
VI. Transmission de mouvement :

1- Donner le nom et le type du lien flexible assurant la transmission du mouvement de rotation entre **(11)** et **(15)** : courroie cranté.

2- Cette transmission est-elle par adhérence ou par obstacle ? Par obstacle

3- La vis de manœuvre **(22)** et l'arbre moteur **(4)** tournent dans le même sens ou de sens contraires : même sens.

4- Placer sur la figure ci-contre le sens de rotation de la poulie**(15)** et les tensions des brins de la courroie **(12)**(T et t)



5- -Calculer la vitesse de rotation de l'arbre intermédiaire **(28)**, sachant que le moteur tourne à la vitesse **Nm = 1200 tr/mn.**

$$N_{28} = \frac{Z_{11}}{Z_{15}} \times N_m = \frac{30}{60} \times 1200 = 600tr/mn$$

6- Calculer la puissance du moteur sachant que et le couple moteur **Cm= 8 Nm.**

$$P_m = C_m \times W_2 = 8 \times \frac{\pi.1200}{30} = 1005\,w$$

7- Calculer le nombre de dents de la poulie **(26)** sachant que **(28-19)=1/3**

$$r_{28-19} = \frac{Z_{26}}{Z_7} \Rightarrow Z_{26} = r_{28-19} \times Z_7 = \frac{1}{3} \times 60 = 20dents$$

8- Calculer la vitesse de rotation de l'arbre de sortie **(19)**, sachant que **N28 =600 tr/mn**

$$r_{28-19} = \frac{Z_{26}}{Z_7} \Rightarrow Z_{26}$$

$$= r_{28-19} \times Z_7 = \frac{1}{3} \times 60 = 20dents$$

9- Déduire s'il s'agit d'un réducteur ou un multiplicateur de vitesse, justifier votre réponse.

Il s'agit d'un réducteur de vitesse car $N_{19} < N_m$

10- Sachant que le rendement de cette transmission η **=0,93**, calculer la puissance de la vis **(22).**

$$\eta = \frac{P_{vis}}{P_m} \Rightarrow P_{vis} = \eta \times P_m$$

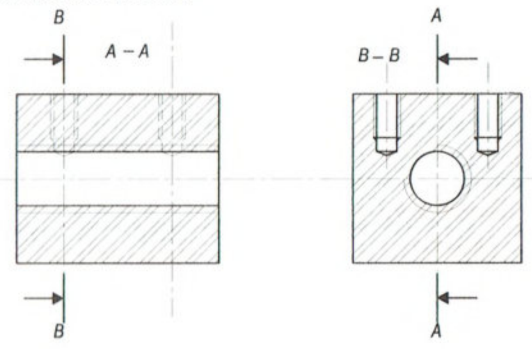
$$= 0.93 \times 1005 = 935\,w$$

11- Calculer la vitesse linéaire de la courroie **(27)** sachant que le diamètre primitif de la poulie **(7)** **d7=90mm.**

VII. Dessin de définition :

Compléter le dessin de définition de l'écrou **(21)** par :

- La vue de face en coupe A-A.
- La vue de gauche en coupe B-B
- La vue de dessus.



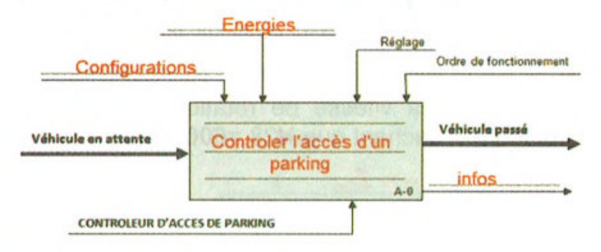
DC4

Contrôleur d'accès d'un parking

Travail demandé :

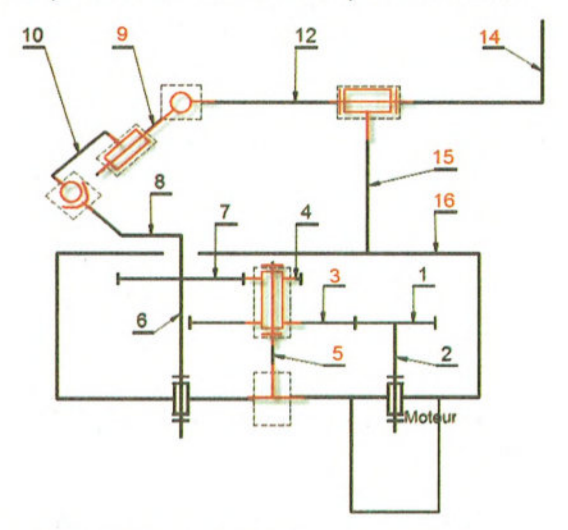
1- Analyse fonctionnelle :

En se référant au dossier technique, compléter le modèle de niveau A-0, suivant.



2- Schéma cinématique :

Compléter le schéma cinématique ci-dessous.



3- Guidage en rotation :

1- Le guidage en rotation du pignon **(04)** par rapport à l'axe **(05)** est réalisé par l'intermédiaire des pièces **(17)** et **(18)**.

Compléter le tableau suivant :

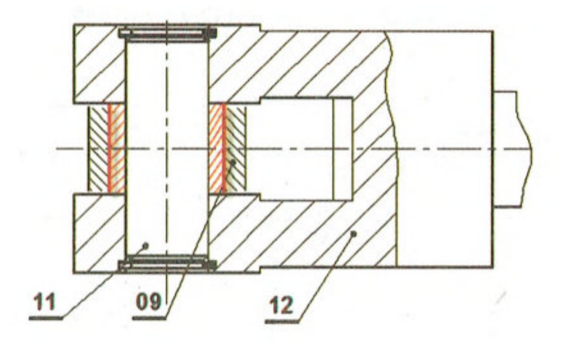
Désignation **(17)** et **(18)**.	Matière **(17)** et **(18)**.	Ajustements	
Coussinets à collerette Couvercle	Alliage de cuivre fonte	17/04 : H7f7	17/05 : H7p6

2- Le croisillon **(09)** est articulé par rapport à l'axe à fourche **(12)** autour de l'axe **(11)**.

a) Quel est le type de ce guidage ?

Guidage par contact direct

Compléter au crayon la représentation de cette articulation en utilisant un coussinet cylindrique.



3- La liaison pivot entre l'arbre **(06)** et le carter **(16+18)** est réalisée par les deux roulements **(19)**

a) De quel type de roulements s'agit-il?...Roulements à une rangé de bille à contact radial BC

b) Le montage de ces roulements est-il à arbre tournant ou à moyeu tournant ?arbre tournant

c) Quelles sont les bagues montées avec serrage ? baguesintérieurs.

d) Quelles sont les bagues montées avec jeu? Bagues extérieurs.

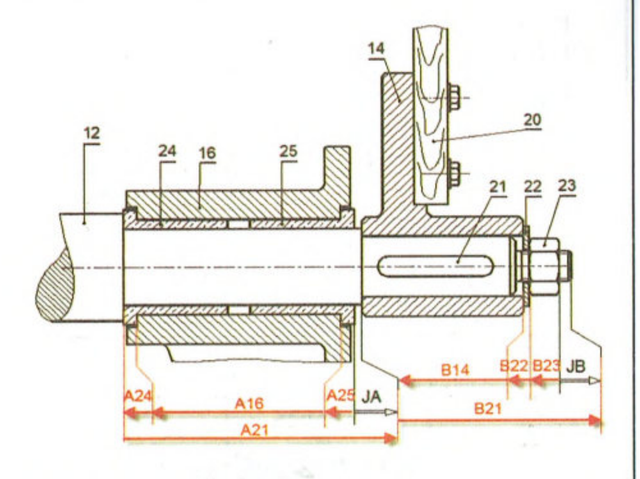
e) Chacune des bagues intérieures doit être liée en translation avec l'arbre, dans les deux sens avec des obstacles. Ces obstacles sont repérés par quelles lettres ?..A-B-C-D

f) Chacune des bagues extérieures doit être liée en translation avec le bâti par des arrêts. Ces arrêts sont repérés par quelleslettres ?..E-F ou G-H ou E-Hou F-G.

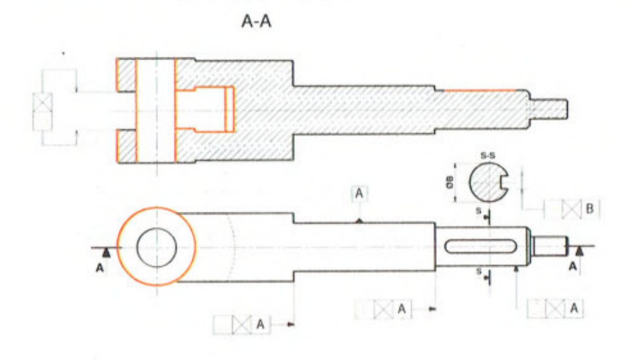
Compléter sur la figure ci-contre la schématisation correspondant à ce montage.

4- Cotation fonctionnelle :

Tracer les chaînes de cotes installant les conditions **JA**, **JB**.



5- Dessin de définition :



6- Analyse comportementale :

1- Vérifier que : $\|\vec{F_C}\| = 1600\,N$ et $\|\vec{F_D}\| = 740\,N$.

$$\begin{cases} \sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{0} \Rightarrow \overrightarrow{F_A} + \overrightarrow{F_B} + \overrightarrow{F_C} + \overrightarrow{F_D} = \vec{0} \\ \sum \overrightarrow{MF_{ext}} = \vec{0} \Rightarrow \overrightarrow{MF_A} + \overrightarrow{MF_B} + \overrightarrow{MF_C} + \overrightarrow{MF_D} = \vec{0} \end{cases}$$

Proj sur oy ; $\overrightarrow{\|F_A\|} - \overrightarrow{\|F_B\|} + \overrightarrow{\|F_C\|} - \overrightarrow{\|F_D\|} = 0$ (1)

$-80.\overrightarrow{\|F_A\|} + 44.\overrightarrow{\|F_B\|} - 20.\overrightarrow{\|F_D\|} = 0$ (2)

(2) :

$$\overrightarrow{\|F_D\|} = \frac{-80.\overrightarrow{\|F_A\|} + 44.\overrightarrow{\|F_B\|}}{20} = \frac{80 \times 640 + 44 \times 1500}{20} = 740N$$

(1) :

$\overrightarrow{\|F_C\|} = -\overrightarrow{\|F_A\|} + \overrightarrow{\|F_B\|} + \overrightarrow{\|F_D\|} = -640 + 1500 + 740 = 1600N$

2- Tracer le diagramme des efforts tranchants T.

Entre **A** et **B** :

T (x) $= -\overrightarrow{\|F_A\|} = -640N$

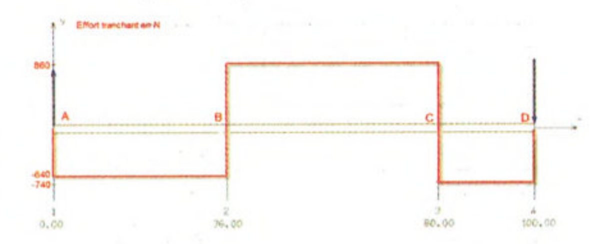
Entre **B** et **C** :

T (x) $= -\overrightarrow{\|F_A\|} + \overrightarrow{\|F_B\|} = 860N$

Entre **C** et **D** :

T (x) $-\overrightarrow{\|F_A\|} + \overrightarrow{\|F_B\|} - \overrightarrow{\|F_C\|} = -740N$

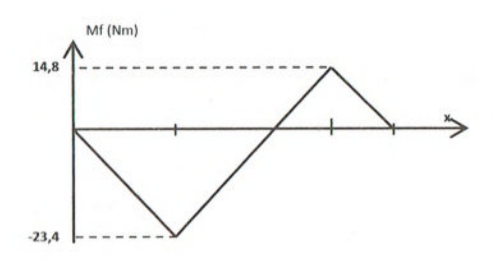
Déduire $\|\vec{T}maxi\| = 860N$



3- On donne ci-contre le diagramme de répartition des moments fléchissant.

Déduire le moment fléchissant maximal.

$\|\vec{M}f_{maxi}\| = .23.4N.m$



4- Sachant que la résistance élastique minimale du matériau de l'arbre est **Remini = 230 N/mm²**, calculer le diamètre minimal de l'arbre **(6)** si on adopte un coefficient de sécurité **s=5**

$$d_{mini} = \sqrt[3]{\frac{32.Mfz.s}{\pi.R_e}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times 23.4 \times 10^3 \times 5}{\pi \times 230}} = 17.3mm$$

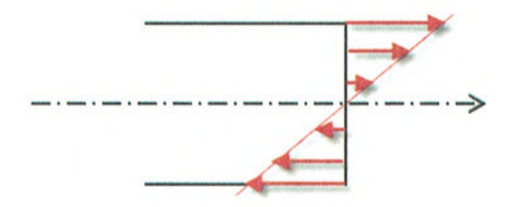
5- Calculer la contrainte tangentielle maximale pour un diamètre **d= 24 mm**

$$\tau_{Maxi} = \frac{T_{Maxi}}{s} = \frac{860}{\pi \times 12^2} = 1.9N/mm^2$$

6- Calculer la contrainte normale maximale.

$$\sigma_{Maxi} = \frac{Mfz\,Maxi}{\frac{Igz}{V}} = \frac{32.MfzMaxi}{\pi.d^3} = \frac{32 \times 23.4.10^3}{\pi \times 24^3} = 17.25N/mm^2$$

7- Tracer le diagramme de répartition des contraintes normales dans la section la plus sollicitée.



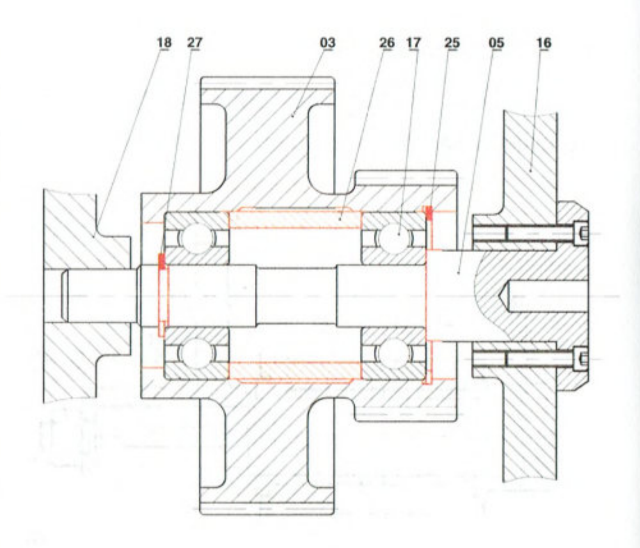
7- Conception :

1- Compléter le guidage en rotation des roues **(03)** et **(04)** par rapport à l'axe **(05)** en utilisant les composants ci-dessous.

2- Indiquer sur le dessin les tolérances nécessaires sur l'arbre et sur l'alésage pour assurer un bon fonctionnement du mécanisme.

COMPOSANTS

1- Epaulement sur l'axe **(05)**
2- Anneau élastique pour arbre **(27)**
3- Bague entretoise **(26)**
4- Matière sur la roue **(03)**
5- Anneau élastique pour alésage **(25)**



DS2

Unité de bouchage et d'encaissage de bouteilles

Travail demandé :

1- Analyse fonctionnelle :

1- A partir du dossier technique du système : « Unité de bouchonnage et d'encaissage des bouteilles ». Donner la fonction principale du système

Fp : ***bouchonner et encaisser des bouteilles.***

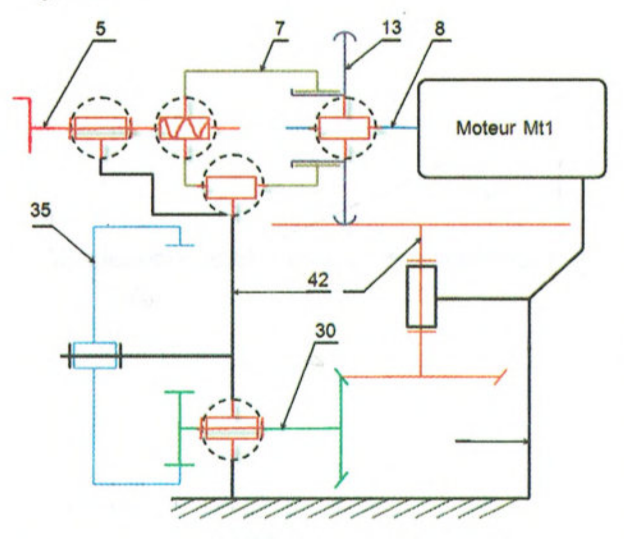
2- En se référant au dessin d'ensemble du variateur a plateau système. Compléter le tableau suivant en indiquant soit les processeurs, soit la fonction assurée.

Fonction	Processeurs
Avancer une bouteille	***Tapis roulant (T)***
Bloquer la bouteille	Vérin **C2**
Libérer la bouteille	Vérin **C1**
Bouchonner la bouteille	***Mécanisme de bouchonnage***
Transférer les bouteilles dans une caisse	Robot

3- Compléter les repères des pièces cinématiquement liées de la classe **A**.

A = {4 , 6 , 23 , 28 , ***43 ; 42 ; 41 ; 40 ; 39 ; 38 ; 29 ; 31be ;24be*** }

4- Compléter le schéma cinématique minimal du système.



2- Etude du système « roue de friction » :

1- Donner le rôle du ressort **(21)** : ***Créer l'effort presseur pour une bonne transmission entre (13) et (20).***

2- Que se passe-t-il si le tambour **(35)** se trouve accidentellement bloqué ?

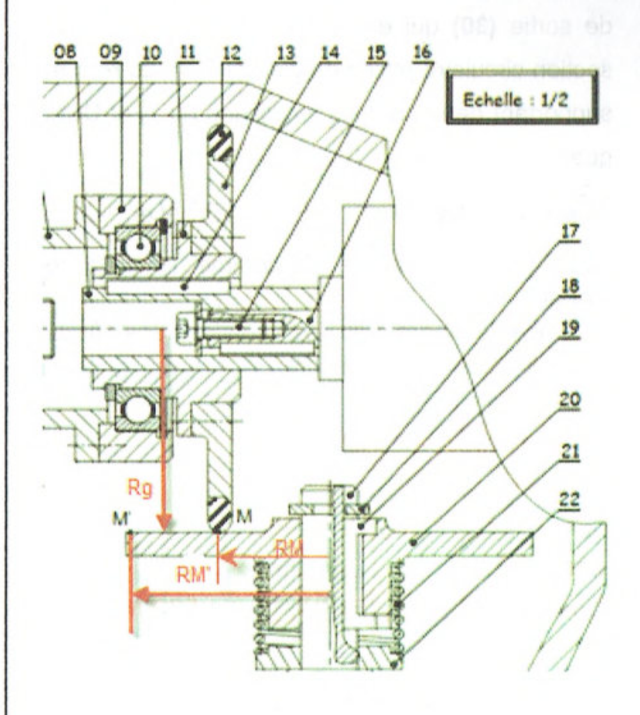
Glissement entre le galet (13) et le plateau (20)

3- En se référant au dessin d'ensemble, calculer les vitesses limites du plateau **(20)** si l'arbre moteur tourne à **1200tr/mn**. On vous rappelle que le rapport de transmission : $r = \frac{N_R}{N_M} = \frac{R_M}{R_R}$

D'après le dessin d'ensemble $R_{M'}=R_g= 43mm$ et $R_M= 25$ mm: donc

$$N_{p\ mini} = \frac{R_g}{R_{M'}} \times N_M = \frac{43}{43} \times 1200 = 1200 tr/mn$$

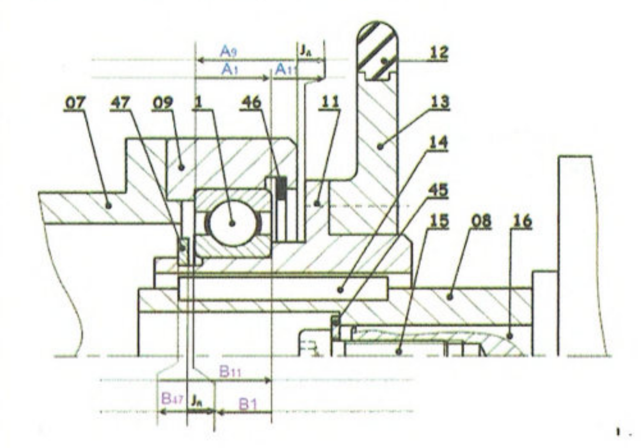
$$N_{p\ Maxi} = \frac{R_g}{R_M} \times N_M = \frac{43}{25} \times 1200 = 2064 tr/mn$$



3- Cotation fonctionnelle :

1- Justifier la présence de la condition **JB** : ***est un jeu de montage de l'anneau élastique(47)***

2- Sur le dessin ci-dessous, tracer la chaîne de cotes relative à la condition JA et JB.



4- Etude comportementale :

On se propose de vérifier larésistance de l'arbre de sortie **(30)** qui est assimilé à une poutre de section circulaire pleine de diamètre **d= 25 mm** et supportant deux charges localisées en **A** et **D** tel que :

$\|\vec{F_A}\| = 1000\,N$, $\|\vec{F_D}\| = 500\,N$ et deux réactions en **B** et en **C** comme l'indique le modèle.

1- Tracer le diagramme des variations des efforts tranchant le long de la poutre.

zone AB

$T_y = -(\|\vec{F_A}\|) = -1000N$

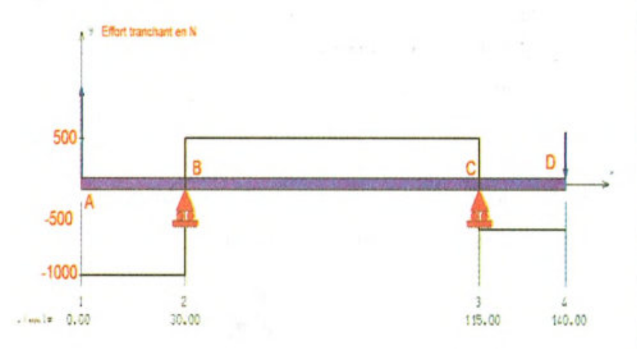
zone BC

$T_y = -(\|\vec{F_A}\| - \|\vec{R_B}\|) = 500N$

zone CD

$T_y = -(\|\vec{F_A}\| - \|\vec{R_B}\| + \|\vec{R_C}\|) = -500\,N$

$\|\vec{T}_{max}\| = ...1000..\,N$



2- Tracer le diagramme des variations des moments fléchissant le long de la poutre.

zone AB $0 \leq x \leq 30$

$Mfz = -(-F_A \times x);\ si \begin{cases} x = 0; & Mfz = 0\,N.m \\ x = 30; & Mfz = 30N.m \end{cases}$

zone BC $30 \leq x \leq 115$

$Mfz = -(-F_A \times x + R_B \times (x - 30));$

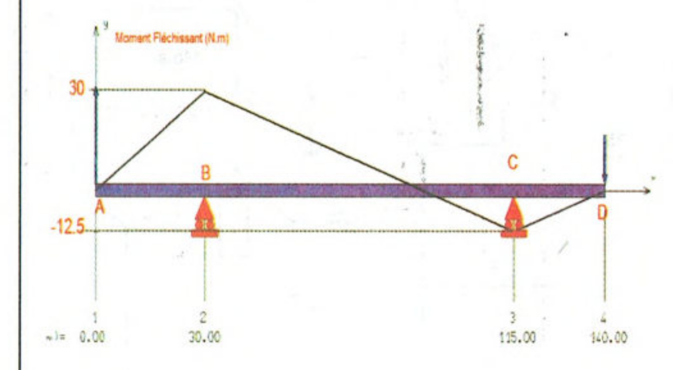
$si \begin{cases} x = 30; & Mfz = 30N.m \\ x = 115; & Mfz = -12.5N.m \end{cases}$

zone BC $115 \leq x \leq 140$

$Mfz = -(-F_A \times x + R_B \times (x - 30) - R_C \times (x - 115)$

$si \begin{cases} x = 115; & Mfz = -12.5\,N.m \\ x = 140; & Mfz = 0\,N.m \end{cases}$

$\|\vec{M}f_{max}\| = ...30..\,Nm$



3- Calculer le module de flexion et déduire la valeur de la contrainte normale dans la section la plus chargée.

$$\frac{Igz}{V} = \frac{\frac{\pi d^4}{64}}{\frac{d}{2}} = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi.25^3}{32}$$

$$= 1534mm^4 \quad \Rightarrow \sigma_{maxi} = \frac{Mfz_{Maxi}}{\frac{Igz}{V}}$$

$$= \frac{Mfz_{Maxi}}{1534} = \frac{30.10^3}{1534} = 19.56Mpa$$

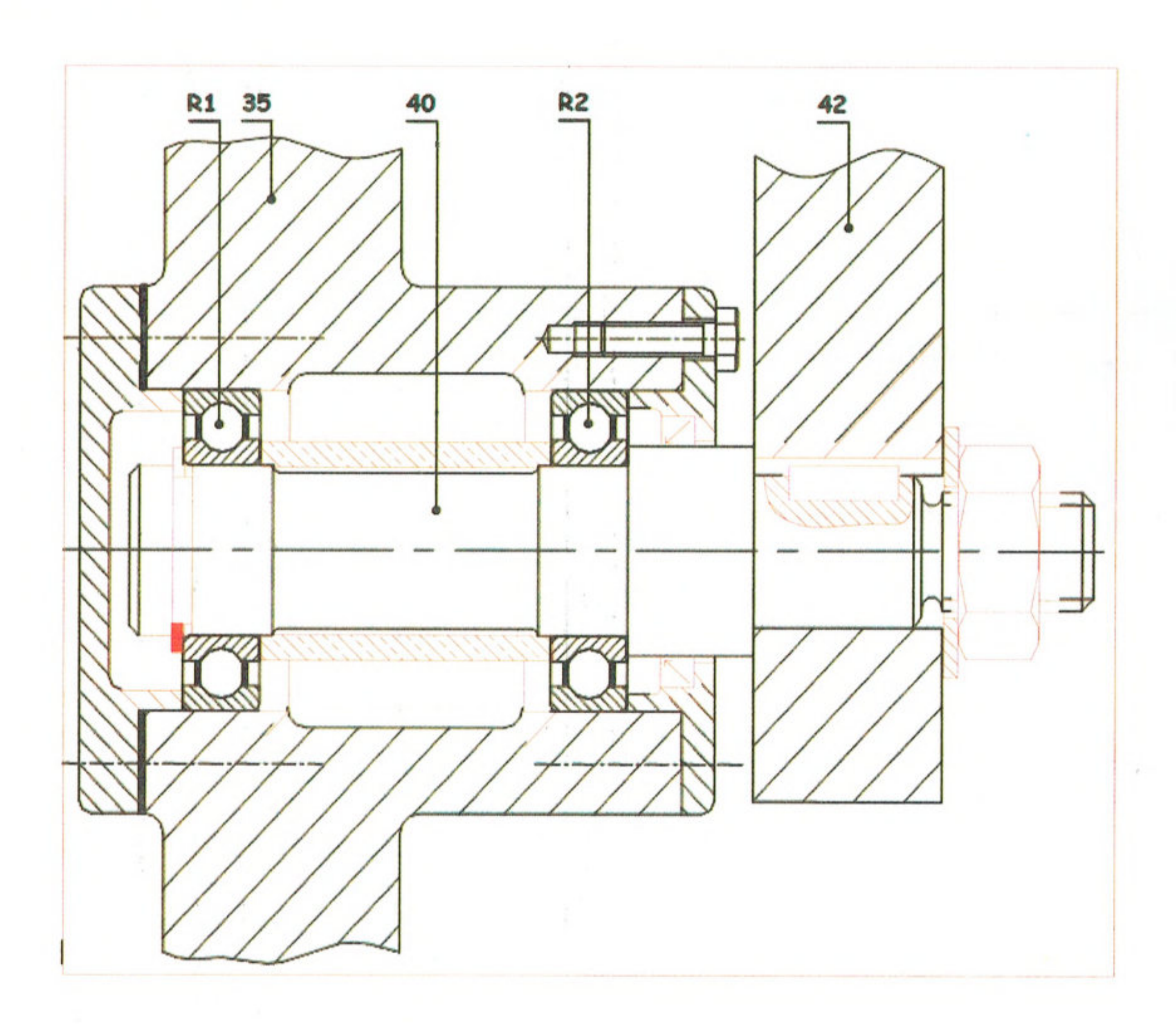
Vérifier la résistance de l'arbre **(30)** à la flexion, si sa limite élastique **Remin=380 N/mm²** en adoptant un coefficient de sécurité **s=3 .**

la condition de résistance $\sigma_{maxi} \leq Rp$

avec $Rp = \frac{R_e}{s} = \frac{380}{3} = 126.6\text{Mpa}.$

la poutre résiste en toute sécurité puisque 19.56>126.66

5- Etude de conception :



Sommaire

DC3	***153***	***211***
DC4	***161***	***214***
DS2	***168***	***216***



Kounouz Ennajeh

TECHNOLOGIE

GÉNIE MÉCANIQUE

Kounouz Ennajeh
est une nouvelle collection de manuels parascolaires conformes aux programmes officiels et aux manuels scolaires. Cette collection couvre tous les niveaux et toutes les disciplines et considère les parents comme des véritables partenaires pour l'école, des tuteurs capables d'aider leurs enfants.

Dans la même collection













- **Septième année de base**

العربية – الفرنسية – الإنقليزية– علوم الحياة والأرض – الرياضيات
الفيزياء – تربية تقنية – امتحانات

- **Huitième année de base**

العربية – الفرنسية – الإنقليزية علوم الحياة والأرض – الرياضيات
الفيزياء – تربية تقنية – امتحانات

- **Neuvième année de base**

العربية – الفرنسية – الإنقليزية علوم الحياة والأرض – الرياضيات
الفيزياء – تربية تقنية – امتحانات – جذاذات

- **Première année de base**

تربية تقنية – الرياضيات
العربية – الفرنسية –الإنقليزية – امتحانات
Devoirs- informatique- SVT
Physique.chimie

- **Deuxième année de base**

تربية تقنية – الرياضيات
العربية – الفرنسية –الإنقليزية – امتحانات
Devoirs- informatique- SVT
Physique.chimie

- **Troisième année de base**

تربية تقنية – الرياضيات– تاريخ و جغرافيا
العربية – الفرنسية –الإنقليزية
Devoirs- informatique- SVT- Economie.Gestion
Technologie- Physique.chimie

- **Quatrième année de base**

تربية تقنية – الرياضيات– تاريخ و جغرافيا
العربية – الفرنسية –الإنقليزية
Devoirs- informatique- SVT
Economie.Gestion
Technologie- Physique.chimie







www.kounouz-edition.com

Prix: 8D.900

ISBN: 978-9 938-13-753-8